

# DISEÑO ARQUITECTÓNICO SOSTENIBLE Y EVALUACIÓN ENERGÉTICA DE LA EDIFICACIÓN



FRANCISCO COELLAR HEREDIA



UNIVERSIDAD  
DE CUENCA

# **Diseño Arquitectónico Sostenible y Evaluación Energética de la Edificación.**



**UNIVERSIDAD DE CUENCA**  
*desde 1867*

**FAUC**  
**FACULTAD DE  
ARQUITECTURA  
Y URBANISMO**  
UNIVERSIDAD DE CUENCA

**Tesis profesional de Arquitectura**

**Autor:**

**Francisco Xavier Coelllar Heredia**

**Director:**

**Arq. Manuel Antonio Contreras  
Arias**

**Asesor:**

**Arq. Marcelo Jaramillo  
Arq. Oswaldo Barrera**

**Cuenca - Ecuador  
Octubre 2013**



## RESUMEN

La arquitectura sostenible es el diseño eficiente de una edificación para utilizar menos recursos, producir un menor impacto medio ambiental, es necesario un correcto uso de sistemas pasivos, activos y energías limpias que existan en cada lugar donde se implemente. El uso de nuevas tecnologías ayudan a mejorar los sistemas para llegar a la base de esta arquitectura: crear confort para los usuarios con la utilización de menos recursos.

Existen criterios para el diseño y construcción de la arquitectura sostenible, sistemas pasivos que intervienen directamente en el diseño arquitectónico de forma y espacio creados, ocupan principalmente al sol para producir energías y calefacción para los ambientes, también sistemas activos que van de la mano con nuevas tecnologías para aprovechar las energías limpias a nuestro alcance. Esta arquitectura ayuda a aprender el manejo de los criterios y estar a la vanguardia de la arquitectura con últimas tendencias, todos los proyectos nuevos de importancia en el mundo los utilizan.

El anteproyecto muestra distintos cri-

terios y sistemas que son utilizados para Cuenca, casi no existe en el país por lo que su implementación se dificulta al no existir una adecuada información, es necesario conocer las condiciones climáticas de la ciudad y el sitio donde se implementara, se aplicada desde el inicio del diseño arquitectónico para obtener resultados óptimos de la propuesta.

El análisis del anteproyecto mide la eficiencia y confort de la propuesta, existen programas de computación que ayudan a obtener un mejor análisis de la eficiencia energética que partió del diseño.

### Palabras claves

Arquitectura sostenible  
Arquitectura sustentable  
Arquitectura bioclimática  
Diseño solar pasivo  
Eficiencia energética

## ABSTRACT

all new projects of importance in the word use this architecture.

The draft blueprint shows different approaches and systems that are used for Cuenca, almost nonexistent in the country by making its implementation difficult because no adequate information, it is necessary to know the climate of the city and the site where it is implemented is applied from the beginning of the architectural design for optimal results of the proposal.

The analysis of blueprints measures the efficiency and comfort of the proposal, there are computer programs that help get a better analysis of the energy efficiency that departed from the design.

### Key words

Sustainable architecture  
Bioclimatic architecture  
Passive solar design  
Energy efficiency

Sustainable architecture is the efficient design of a building to use fewer resources, cause less environmental impact, is necessary to correct use of passive systems, active systems and clean energy that exist in each place where it is implemented. The use of new technologies help to improve systems to get to the base of this architecture: creating comfort for users with the use of fewer resources.

Existing deterrents views for the design and construction of sustainable architecture, passive systems that are directly involved in the architectural design of shape and space created, mainly use the Sun to produce energy and heating for environments, also active systems that go hand with new technologies to take advantage of clean energy at our disposal. This architecture helps to learn the handling of the criteria and be at the vanguard of architecture with the latest trends,

Objetivos	22
Introducción	26

1

Criterios de diseño y construcción de la arquitectura sostenible

29

1.1	La Arquitectura Sostenible	31
1.1.1	Antecedentes	32
1.1.2	Justificación	32
1.1.3	Definición	33
1.1.4	Principios	37
1.1.5	Objetivos	38
1.2	Tecnología	40
1.2.1	Soleamiento	40
1.2.2	Iluminación	44
1.2.3	Confort térmico	45
1.2.4	Ventilación	49
1.3	Requerimientos arquitectónico	54
1.3.1	Principios Arquitectónicos	55
1.3.2	Muros	63
1.3.3	Ventanas	71
1.3.4	Cubiertas	73
1.3.5	Pisos	75
1.3.6	Chimenea	77
1.3.7	Domótica	78
1.4	Fuentes de energía alternativas	79
1.4.1	Sistemas solares activos	80
1.4.2	Bio-digestores	87
1.4.3	Agua	90
1.4.4	Energía eólica	94
1.5	La edificación sostenible	97
1.6	Materiales	104

1.7	Zona Ecuatorial Andina	113
1.7.1	Ecuador Andino	115
1.7.2	Cuenca	116
1.8	Evaluación Energética	127

2

Ejemplos de arquitectura sostenible

129

2.1	Hemiciclo Solar. Ruiz Larrea y Asociados.	132
2.2	Complejo Residencial Lliri Blau. Luis de Garrido.	151
2.3	Torre Proksol. Mauricio Rojas.	162
2.4	EDO. Stanisic Associates	169
2.5	SIEEB. Mario Cucinella.	176
2.6	Apilamiento Verde. Vo Trong Nghia.	190
2.7	CRMT Actio. Luis de Garrido.	199
2.8	Edificio “Call Center Telefónica”. Pich Aguilera Arquitectes.	206
2.9	Bosque Vertical. Boeri Studio.	214



### 3 Programa arquitectónico y diseño del anteproyecto

3.1	Condiciones climáticas de Cuenca	221
3.1.1	Datos climatológicos	221
3.1.2	Análisis climatológico de Cuenca	222
3.2	Necesidades del cliente	223
3.3	Análisis del sitio	224
3.3.1	Ordenanza	224
3.3.2	Condicionantes del sitio	227
3.4	Concepto del anteproyecto	236
3.4.1	Idea conceptual	236
3.4.2	Criterios de sostenibilidad y croquis conceptual	236
3.5	Partido de diseño	244
3.5.1	Funcional	244
3.5.2	Tecnológico (sostenibilidad)	247
3.5.3	Expresivo	249
3.6	Programación	251
3.7	Propuesta de diseño arquitectónico	256
3.7.1	Planos arquitectónicos	256
3.7.2	Detalles constructivo	266
3.7.3	Perspectivas	274
3.7.4	Axonometrías	288

### 4 Análisis del anteproyecto

4.1	Diseño sostenible	297
4.2	Usos de energías en la edificación.	310
4.2.1	Agua	311
4.2.2	Sistema solar térmico para el agua	317
4.2.3	Electricidad e iluminación.	320
4.2.4	Calefacción	329
4.3	Análisis de la eficiencia energética del anteproyecto	333
4.4	Resultados	345
	Conclusión	356
	Bibliografía	358



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

Fundada en 1867

Yo, Francisco Xavier Coellar Heredia, autor de la tesis "Diseño Arquitectónico Sostenible y Evaluación Energética de la Edificación", reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de Arquitecto. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor.

Cuenca, 18 de Octubre del 2013.

Francisco Xavier Coellar Heredia  
0103379012



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

Fundada en 1867

Yo, Francisco Xavier Coellar Heredia, autor de la tesis "Diseño Arquitectónico Sostenible y Evaluación Energética de la Edificación", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor/a.

Cuenca, 18 de Octubre del 2013.

Francisco Xavier Coellar Heredia  
0103379012



**DEDICATORIA**

A mi padres Hernán y Juani, hermanos Cris, Dani y Pao, a Ma. José por su apoyo y ayuda para cumplir mis metas.  
A mi padre por ser el ejemplo a seguir en mi vida. A mi madre por todas sus enseñanzas y su Fe.

## AGRADECIMIENTO

A mi familia.  
Arq. Manuel Contreras.  
Arq. Marcelo Jaramillo.  
Arq. Oswaldo Barrera.



## OBJETIVOS

Realizar el anteproyecto de un edificio de vivienda aplicando criterios de arquitectura sostenible, y a través de programas de computación medir la eficiencia energética del anteproyecto.

- Estudiar los criterios de diseño y construcción de la arquitectura sostenible.
- Recopilar información sobre las últimas tendencias en arquitectura sostenible.
- Realizar el anteproyecto ejerciendo la práctica profesional con las necesidades de un cliente en un sitio en Cuenca.
- Aplicar un programa de computación para analizar la eficiente energética en el anteproyecto.

“El diseño ecológico constituye el arte que nos conecta de nuevo como seres sensibles que han evolucionado a lo largo de millones de años a un mundo maravilloso. No es necesario rehacer este mundo, sino revelarlo. Para conseguirlo no necesitamos investigar, sino redescubrir las cosas antiguas y olvidadas.

David Orr, The Nature of Design.”

“...éste sera el camino hacia una arquitectura solar sostenible y energéticamente eficiente. Empieza con la utilización de la energía solar pasiva, fácil de implementar y fiable... . Se puede ajustar mediante tecnologías de control inteligente y autorregulables. Por último, combina sistemas solares pasivos y activos... . Las palabras clave en este campo son sistemas solares híbridos, envolturas de edificios microclimáticas y fachadas autorregulables. El desarrollo de la arquitectura solar inteligente dará paso a nuevas tecnologías y a una nueva arquitectura esperada con ansiedad.

Manfred Hegger, Solar Architecture.”

GUZOWSKI, Mary. Arquitectura contemporánea. Energía cero. Barcelona - España, Blume, 2010. Pg. 48.

GUZOWSKI, Mary. Arquitectura contemporánea. Energía cero. Barcelona - España, Blume, 2010. Pg. 48.



## Introducción

La arquitectura sostenible es un diseño eficiente de una edificación para utilizar menos recursos, el objetivo es producir un menor impacto al medio ambiente, para esto es necesario un correcto uso de sistemas pasivos y activos de energías limpias que existan en cada lugar donde se implemente. Es importante el uso de nuevas tecnologías que ayudan a mejorar los sistemas y así llegar a la base de esta arquitectura que es crear confort para los usuarios con la utilización de menos recursos y menor daño ambiental.





Existen varios criterios para el diseño y construcción de la arquitectura sostenible, sistemas pasivos que intervienen directamente en el diseño arquitectónico de las formas y espacios creados, ocupan principalmente el sol para la producción de energías y la calefacción de los ambiente pero también sistemas activos que van de la mano con nuevas tecnologías para aprovechar las energías limpias a nuestro alcance. El estudio de ejemplos de esta arquitectura es una guía para aprender el manejo de los distintos criterios y estar a

la vanguardia de la arquitectura con las últimas tendencias ya que todos los proyectos nuevos de importancia en el mundo los utilizan.

El anteproyecto nos muestra distintos criterios y sistemas que pueden ser utilizados en la ciudad de Cuenca, esta arquitectura casi no existe en el país ni lugares cercanos, por lo su implementación se dificulta al no existir una adecuada información, es necesario conocer las condiciones climáticas de la ciudad y el sitio donde se implementara, es aplicada desde el inicio del diseño arquitectónico incluyendo los conceptos del anteproyecto, partido de diseño y la programación para obtener resultados óptimos de la propuesta.

Con el análisis del anteproyecto y sus resultados se puede medir la eficiencia y confort de la propuesta, existen programas de computación que ayudan a obtener un mejor análisis de los distintos sistemas utilizados y resultados de la eficiencia energética que partió del diseño.

## ÍNDICE GENERAL

-  Criterios de diseño y construcción de la arquitectura sostenible
-  Ejemplos de arquitectura sostenible
-  Programa arquitectónico y diseño del anteproyecto
-  Análisis del anteproyecto



## Criterios de diseño y construcción de la arquitectura sostenible

### CONTENIDOS:

- |       |                                  |       |                                 |
|-------|----------------------------------|-------|---------------------------------|
| 1.1   | La Arquitectura Sostenible       | 1.4   | Fuentes de energía alternativas |
| 1.1.1 | Antecedentes                     | 1.4.1 | Sistemas solares                |
| 1.1.2 | Justificación                    | -     | Sistemas fotovoltaicos          |
| 1.1.3 | Definición                       | -     | Sistemas térmicos               |
| 1.1.4 | Principios                       | 1.4.2 | Bio-digestores                  |
| 1.1.5 | Objetivos                        | 1.4.3 | Agua                            |
|       |                                  | -     | Agua pluvial                    |
|       |                                  | 1.4.4 | Energía eólica                  |
| 1.2   | Tecnología                       | 1.5   | La edificación sostenible       |
| 1.2.1 | Soleamiento                      | 1.6   | Materiales                      |
| 1.2.2 | Iluminación                      | 1.7   | Zona Ecuatorial Andina          |
| 1.2.3 | Confort térmico                  | 1.7.1 | Ecuador Andino                  |
| 1.2.4 | Ventilación                      | 1.7.2 | Cuenca                          |
| 1.3   | Requerimientos arquitectónico    | 1.8   | Evaluación Energética           |
| 1.3.1 | Principios Arquitectónicos       |       |                                 |
| -     | Proceso                          |       |                                 |
| -     | Emplazamiento                    |       |                                 |
| -     | Forma                            |       |                                 |
| -     | Orientación                      |       |                                 |
| 1.3.2 | Muros                            |       |                                 |
| -     | Muros colectores                 |       |                                 |
| -     | Muros cortina                    |       |                                 |
| -     | Muros Trombe                     |       |                                 |
| -     | Análisis Sostenible de los muros |       |                                 |
| 1.3.3 | Ventanas                         |       |                                 |
| 1.3.4 | Puertas                          |       |                                 |
| 1.3.5 | Cubiertas                        |       |                                 |
| 1.3.6 | Pisos                            |       |                                 |
| 1.3.7 | Chimenea                         |       |                                 |
| 1.3.8 | Domótica                         |       |                                 |

### OBJETIVOS:

- Analizar y estudiar los principios y objetivos de la sostenibilidad aplicada a la arquitectura.
- Reunir la información sobre la tecnología y los requerimientos arquitectónicos que se aplican para realizar la arquitectura sostenible.
- Estudiar fuentes de energías alternativas que puedan ser aplicadas a nuestro medio.
- Buscar materiales que sean eficientes para la incorporación en proyectos de arquitectura sostenible.



## 1.1 La Arquitectura Sostenible



1.2

### 1.1.1 Antecedentes

Un edificio sostenible no crea problemas medioambientales, para esto es de tener en cuenta el ecosistema donde se realiza, los sistemas energéticos, los materiales de construcción y el reciclaje de residuos. En la actualidad el impacto ambiental y el cambio climático son factores que nos dan de que hablar, por eso tenemos que sensibilizarnos con el medio ambiente para comprometernos en armonizar la arquitectura con su entorno social, cultural y económico y también con su entorno medioambiental, paisajístico y natural.



1.3

La construcción de los edificios está produciendo grandes impactos sobre el medio ambiente debido al consumo de recursos naturales como la energía, materiales, agua, etc.; produciendo emisiones y residuos. Por esto el diseño debe ser eficiente y la construcción disminuir los impactos ambientales. Ahora los edificios son verdaderos organismos vivos que tienen que ser eficientes en todo sentido para armonizar con las personas que lo habitan y así pensar en medidas que podemos aplicar para una vida optima en el futuro.



1.4

La calefacción, ventilación e iluminación de las edificaciones en el mundo producen el 50% del calentamiento global, sobre el 25% que causa el transporte, causando 150.000 muertes humanas cada año por los efectos relacionados a ello.



1.5

Los recursos naturales no renovables en algunos años van a acabarse por eso tenemos que pensar en recursos renovables para comenzar a edificar y luego no sufrir la falta de materiales. Junto a la tecnología, la construcción tiene que avanzar para optimizar el uso de recursos y energía. Todos nuestros desechos se colocan en botaderos pero cada vez se necesita más de ellos, es de pensar que estos producen metano el cual daña la capa de ozono, por eso es necesario reciclar y obtener menos desperdicios en nuestros procesos para evitar problemas al medio ambiente.

Debemos estar consientes del cambio climático que estamos viviendo, las temperaturas van a aumentar 4°C para el 2100, esto produce consecuencias en la agricultura y pesca, también subiría el nivel del mar (se calcula que va a subir 5m para finales del siglo XXI) afectando a varias ciudades (Londres, Nueva York, Ámsterdam, Hong Kong, Sídney, etc.) y tierras agrícolas situadas en llanuras. El petróleo se va a acabar (se calcula que las reservas se acabaran en el 2080), por eso tenemos que pensar en energías renovables para cuidar nuestro planeta.

Los Valores de los antecedentes fueron tomados de: EDWARDS, Brian. Guía básica de la sostenibilidad. Barcelona - España, Gustavo Gili, 2005 (2.ª ed., 2009).

### 1.1.2 Justificación

En la Arquitectura Sostenible se tiene que incluir sistemas tecnológicos en el proyecto sin condicionar la estética ni la calidad espacial de la arquitectura. Por lo tanto el concepto de sostenibilidad aborda todas las fases de un proyecto de arquitectura, desde su concepción y desarrollo hasta su ejecución. Además también es posible intervenir con criterios de sostenibilidad en arquitecturas ya construidas con el fin de mejorar su comportamiento energético. Las nuevas tecnologías deben complementarse e integrar en la arquitectura para garantizar condiciones de confort con el mínimo gasto energético, sin perjudicar la calidad de la arquitectura incorporando un lenguaje arquitectónico contemporáneo.

El diseño junto a la construcción ambiental se tiene que aplicar a las edificaciones para crear un cambio. Con estas nuevas tecnologías la eficiencia energética pretende que se consuma la menor cantidad de energía posible empleando energías renovables para reducir las emisiones de CO2. La Arquitectura Sostenible crece gracias a la demanda de profesionales comprometidos con el medioambiente además del correcto uso de los recursos y la energía en la arquitectura.

Se necesita medir la eficiencia energética en la edificación, para esto se emplean herramientas digitales que analizan desde el inicio del diseño los parámetros de una arquitectura sostenible eficiente.



“Sólo mediante el uso de tecnologías más inteligentes, un mayor respeto por los recursos naturales y el paso de la explotación de recursos no renovables a las prácticas renovables y autosuficientes podrá hacerse frente a esta presión sobre el medio ambiente. ...”<sup>1</sup>

Grandes arquitectos de la actualidad están considerando esta arquitectura porque además de conservar al medio ambiente las estéticas creadas bajo ella resultan proyectos contemporáneos e innovadores siguiendo las formas naturales y sus procesos acoplándose a su entorno, podemos nombrar a varios de ellos como Norman Foster, Richard Rogers, Renzo Piano, Ken Yeang, Santiago Calatrava, entre otros siendo admirados por otros arquitectos y personas en todo el mundo por la calidad de sus proyectos.

“La sostenibilidad es cada vez más el principal argumento del proyecto arquitectónico en el siglo XXI, tanto por motivos espirituales como prácticos. En el plano físico, el ecosistema terrestre está sometido a una gran presión debido al calentamiento global. Toda arquitectura que eluda este problema y no sea medioambientalmente sostenible tiene sin duda una dimensión social y estética, y la función de la tecnología es servir de puente entre ambas, compaginando mejora social y armonía ecológica. De este acuerdo surgirá un nuevo orden arquitectónico, con nuevas tipologías para todo tipo de edificios y para equiparlos. Se trata, en definitiva, de un nuevo para-

igma arquitectónico que reconciliará finalmente el hábitat humano y la naturaleza.”<sup>2</sup>

### 1.1.3 Definición

EEI desarrollo sostenible es aquel “que satisface las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras. Construir sosteniblemente es hacer las cosas bien.”<sup>3</sup> Tenemos que ser solidarios, se necesita buscar un equilibrio entre lo ecológico, social y económico, desde utilizar los recursos de una manera eficiente desde el diseño hasta la construcción del proyecto. “... la sensatez de toda la vida ahora se llama sostenibilidad.”<sup>4</sup>

La arquitectura sostenible ha comenzado a considerarse por nuestros problemas globales en los que vivimos (falta de recursos naturales, contaminación, bienestar de la población, etc.), en 1993 en Chicago la Unión Internacional de Arquitectos (UIA) vio la importancia del diseño sostenible, luego en 1996 en Barcelona en el Congreso de Arquitectos de España se concientizaron en el impacto medio ambiental. Así cada vez se habla más del tema y comenzamos a darle importancia considerándolo para el diseño arquitectónico.

En modelos teóricos de la arquitectura contemporánea se integra a esta arquitectura como soluciones inno-

<sup>1</sup> EDWARDS, Brian. Guía básica de la sostenibilidad. Barcelona - España, Gustavo Gili, 2005 (2.ª ed., 2009). Pg. 5.

<sup>2</sup> EDWARDS, Brian. Guía básica de la sostenibilidad. Barcelona - España, Gustavo Gili, 2005 (2.ª ed., 2009). Pg. 159.

<sup>3</sup> Dr. Arquitecto Justo García Navarro.

<sup>4</sup> Fermin Vázquez



vadoras que deben ser responsabilidad de todos los arquitectos, se crean prototipos no solo para el diseño sino también para incorporarlos en la construcción brindando mayor confort a la edificación y menos desperdicio.

Lo que se busca no es poner reglas del diseño sostenible, sino, una guía para el proyecto como dice Carlos Hernández Pezzi: “En este sentido, con mucha probabilidad este libro sea un “libro principio”, ..., en el sentido de que pensar el proyecto desde el diseño sostenible es anticipar doblemente su contenido como construcción del espacio futuro, sopesar límites y actuar -como a planteado Manuel Gausa- de forma que la acción de proyectar sea un elemento determinante de la voluntad de cambiar el medio; a esto se llama un buen principio. Que esas anticipaciones y acciones produzcan el menor impacto en el medio ambiente es el objetivo del proyecto contemporáneo de arquitectura, desde casi todas las ópticas sociales, incluidas las lógicas

del mercado.”<sup>5</sup>

La arquitectura sostenible con un sobrecoste de alrededor del 15% del presupuesto puede ahorrar un 60% del consumo de agua y luz en la edificación. Tenemos que ahorrar energía siendo eficientes en su consumo, no solo en lo que vivimos sino también al construir.

Lo que busca la arquitectura sostenible es calidad en los proyectos y brindar confort a los usuarios, al mismo tiempo presentar un ahorro económico debido al menor consumo energético y de los recursos. Para esto a lo que uno proyecta la edificación tiene que buscar un equilibrio entre el confort para las personas, su salud y el impacto con el medio ambiente que este va a tener.

<sup>5</sup> HERNÁNDEZ PEZZI, Carlos. Un Vitrubio ecológico, Principios y práctica del proyecto arquitectónico sostenible. Barcelona - España, Gustavo Gili, 2007.

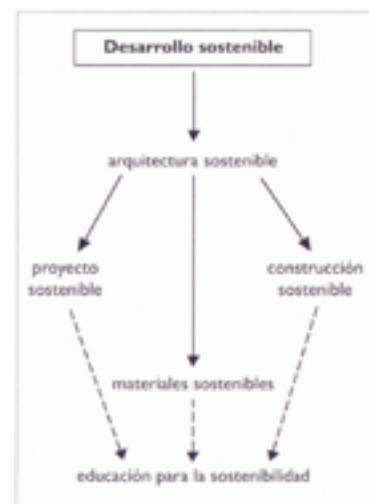


## Criterios de diseño y construcción de la arquitectura sostenible

Francisco Coellar Heredia



1.9 El edificio Swiss Re de Norman Foster en Londres consume 50% menos energía que un edificio promedio de oficinas.



1.10

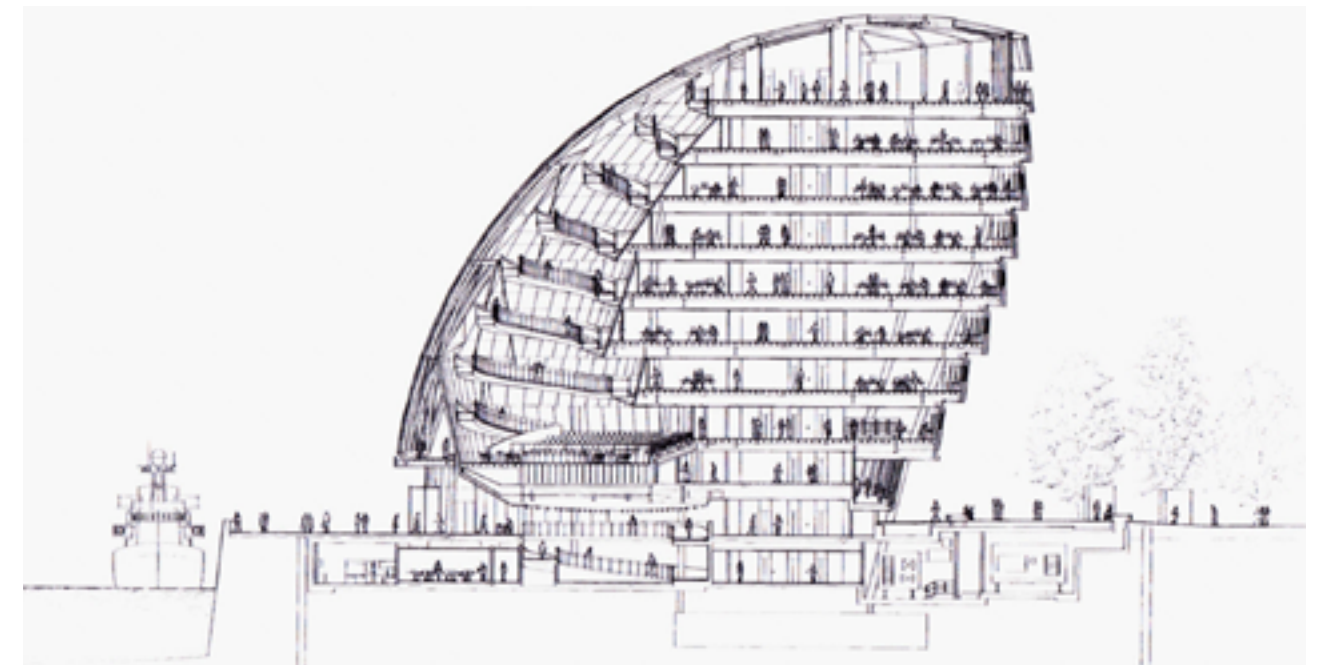
Lo sostenible no solo es la construcción sino todos los recursos que necesitamos para realizar nuestras actividades en las distintas edificaciones que utilizamos, ya sea para vivienda, trabajo y también lugares de ocio. Por eso es importante el ahorro energético, esto relaciona directamente el papel del arquitecto en el diseño para brindar confort a los usuarios.

Han existido varios congresos internacionales para definir lo que es la arquitectura sostenible y entenderla, no se ha llegado a conceptos claros ni medidas definitivas, solo ideas y aproximaciones que han sido tomadas por ciertos países para crear tratados o evaluaciones de la arquitectura. Uno de los primeros conceptos de la Comisión del medio ambiente de la ONU en 1987 dice que el desarrollo sostenible es “aquel que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer las suyas propias”. Otro concepto es el de Norman Foster en 1999 donde dice que el proyecto sostenible es “la creación de edificios que sean eficientes en cuanto al consumo de energía, saludables, cómodos, flexibles en el uso y pensados para tener una larga vida útil”.

Es importante una educación ecológica en las escuelas de arquitectura para que todos los arquitectos apliquen los conceptos y estén consientes de los problemas medioambientales, para así desarrollar los nuevos proyectos con visión hacia el futuro cuidando nuestro medio ambiente. No solo es importante el diseño sostenible sino también

todo lo que implica el urbanismo para crear ciudades ecológicas donde existen conceptos más amplios y aplicables para las ciudades. Uno de los problemas que se puede presentar en el diseño sostenible es que los usuarios no cumplan con lo planteado desperdiciando recursos, también el mal uso de instalaciones crea un incremento en el consumo de energía, por eso no solo es un papel de los arquitectos pensar en el medio ambiente sino de todas las personas para que adquieran conciencia.

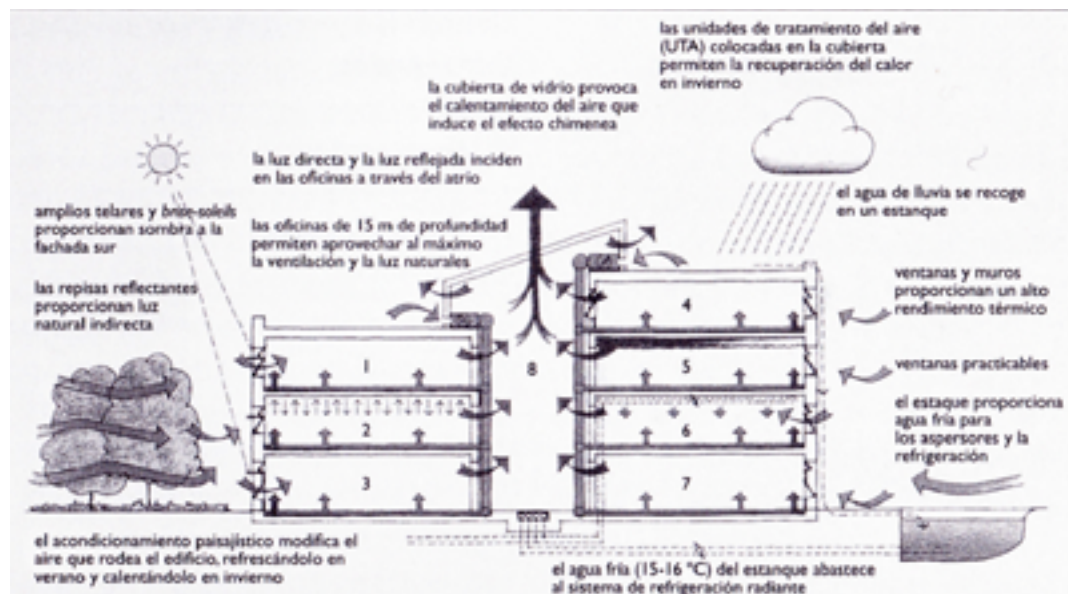
En el diseño bioclimático la vivienda o edificación se adapta al clima y a las condiciones del entorno (lumínico, acústico y de calidad de aire), para conseguir un confort térmico en el interior, además de utilizar energías renovables o la reutilización de algunas recursos para afectar menos al medio ambiente, desde considerar la orientación del edificio, los materiales utilizados y los elementos arquitectónicos para conseguir una construcción eficiente



1.11 En el edificio GLA en Londres, de Foster + Partners, la sección escalonada produce sombra (derecha) y la forma esférica permite la refrigeración natural.

## Criterios de diseño y construcción de la arquitectura sostenible

Francisco Coellar Heredia



1.12 Sección del edificio Barclaycard, Northampton (Reino Unido), de Fitzoray Robinson and Partners.

### 1.1.4 Principios

Es de buscar la mejora continua de la calidad de los proyectos con un pensamiento global adquiriendo una responsabilidad moral, los criterios utilizados tiene que ser proyectados hacia el futuro reflexionando en los ciclos de vida y en el legado que dejaremos.

#### Exposición solar

Estudiar la forma, orientación y ubicación de la edificación para exponerlo hacia la mayor cantidad de radiación posible en el día.

#### Protección solar

En el medio día la radiación solar es mayor cambiando las condiciones climáticas dentro de la edificación calentándolo demasiado.

#### Captación solar

La radiación del sol en las mañanas tiene que aprovecharse para calentar la edificación rápidamente.

### Orientación

El plano horizontal de la edificación debe aprovechar la mayor captación de la radiación solar en el día.

### Capacidad calorífica

El almacenamiento de la radiación solar en el día tiene que ser liberado durante la noche.

### Inercia térmica

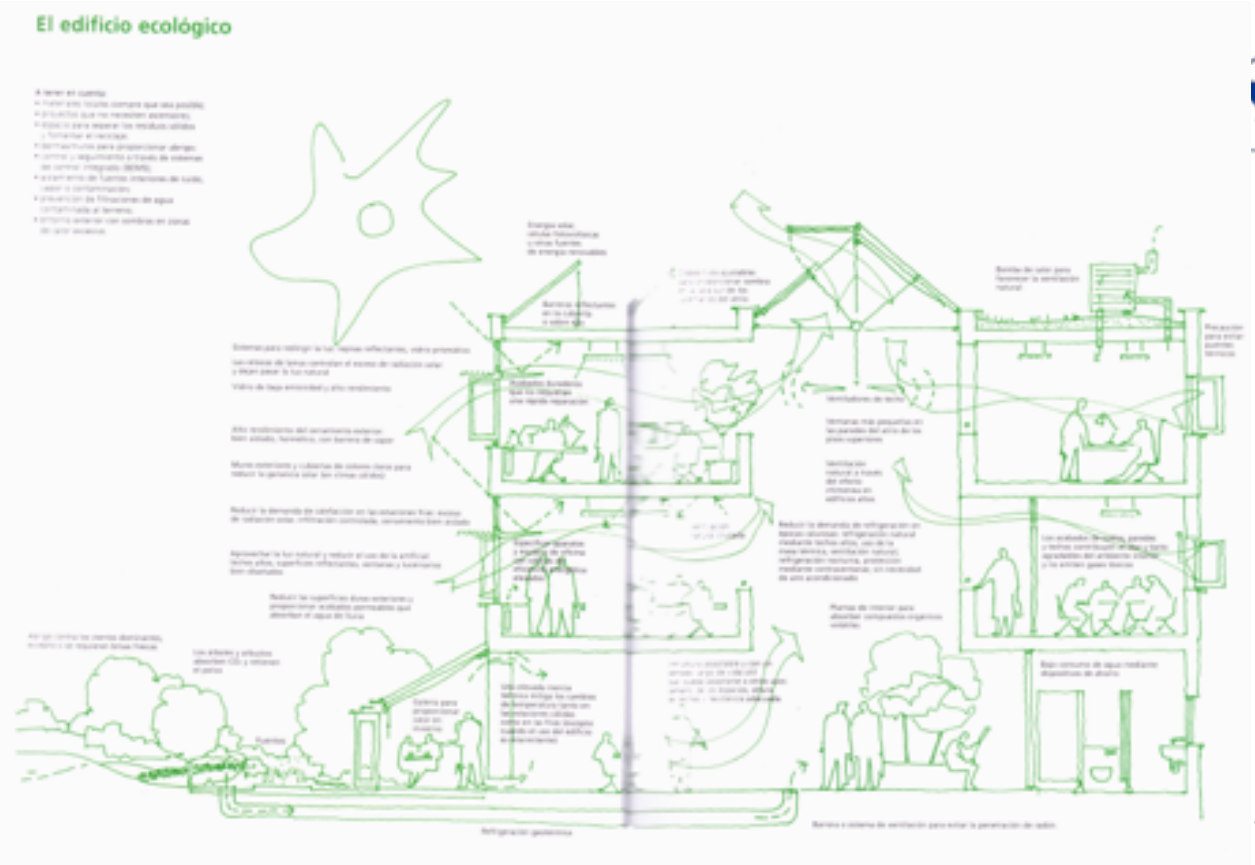
La temperatura y humedad interior no tiene que variar asegurando una adecuada inercia térmica.

### Clima

Considerar los parámetros de la oscilación diaria de temperatura, la humedad y la radiación solar para el diseño.

### Ventilación

Utilizar el viento para enfriar los locales que se calienten demasiado debido a la radiación (medio día).



### 1.1.5 Objetivos

#### Diseño solar pasivo

Podemos mejorar los proyectos utilizando al sol para la calefacción, iluminación y refrigeración, así lograríamos un ahorro energético.

Cuando los materiales son expuestos al sol absorben la radiación transformándola en calor, ciertos materiales presentan una inercia térmica elevada, es decir se enfrían lentamente.

La iluminación interior natural es más agradable que una artificial, tenemos que aprovecharla y utilizarla durante el día.

Cuidar las temperaturas altas al interior de las edificaciones, el sol puede llegar a calentar excesivamente los locales, por eso existen sistemas de refrigeración para brindar ambientes confortables, para esto se necesita brindar sombra y ventilación dependiendo de los casos.

#### Diseño ecológico

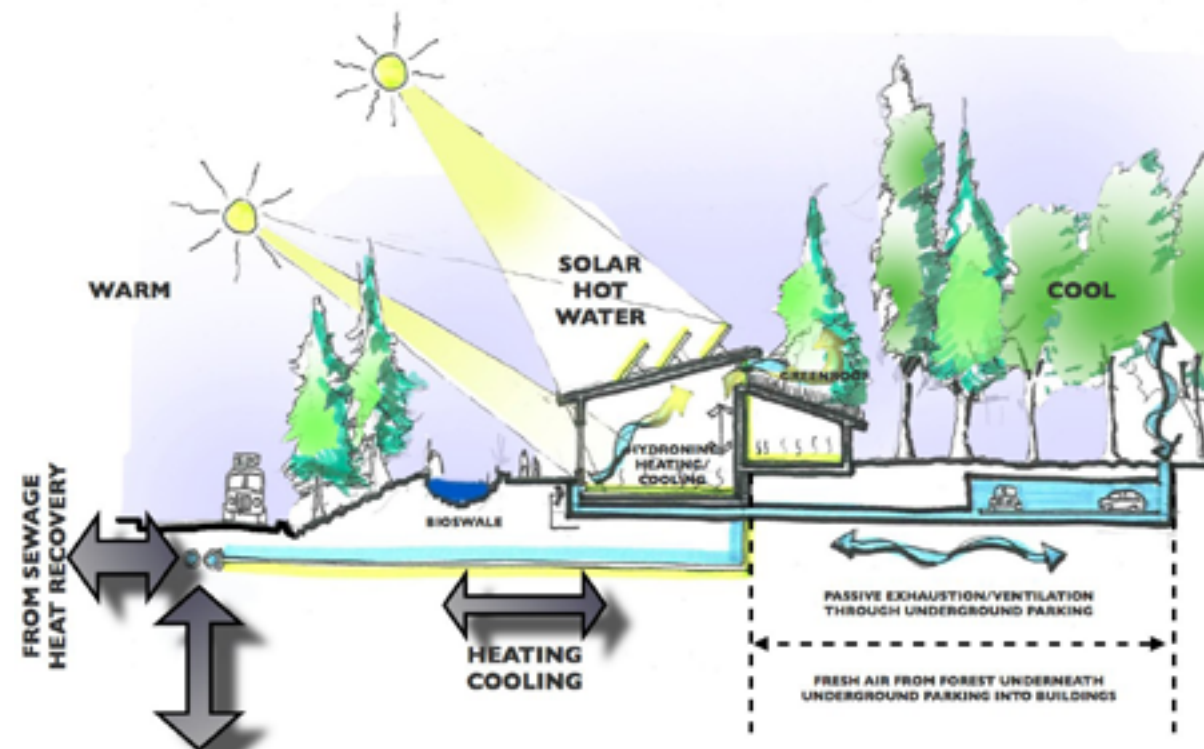
Tenemos que cuidar el medio ambiente por eso podemos pensar en el manejo de residuos y la utilización de materiales para los proyectos reduciendo el consumo energético y los recursos naturales.

Los residuos de construcción deben disminuir ya que son un problema porque son un alto porcentaje de todos nuestros desperdicios, tenemos que pensar en el reciclaje y reutilización de varios de ellos.

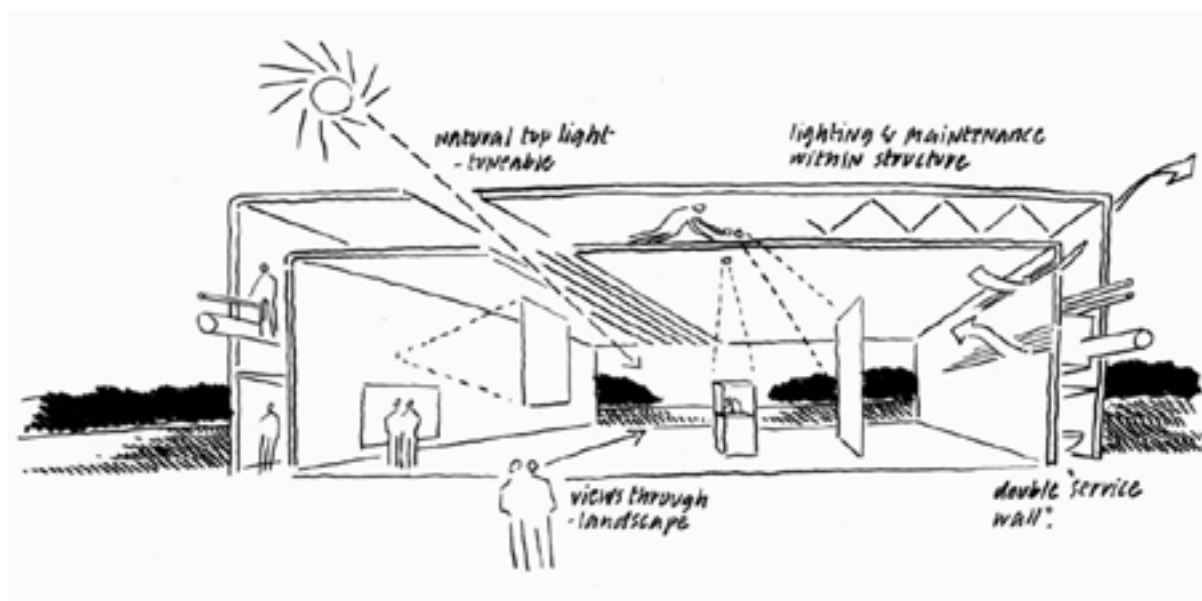
Varios de los materiales generan un alto uso de energía para su producción, otros son fuentes de energía no renovables o en su extracción pueden producir daños medioambientales. Es importante también la utilización de materiales locales que no conlleva a un alto costo de transporte y por lo tanto de contaminación.

Es importante ahorrar los recursos naturales, tenemos que pensar en sistemas que consuman menos agua y la reutilización de ella al igual que tratar nuestros residuos. Debemos cuidar la vegetación incluyéndola en el emplazamiento e intentar dañar lo menos posible las capas vegetales.





1.14 <http://andressalazar1.blogspot.com/2010/11/arquitectura-sustentable.html>

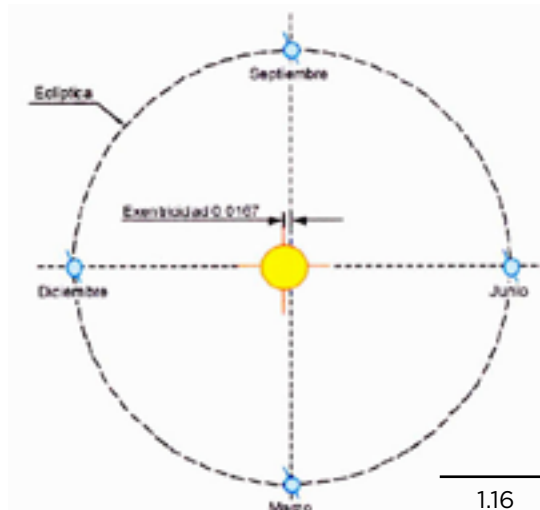


1.15 [http://1.bp.blogspot.com/\\_X9uQOPu\\_oJU/SsP7Tewq7EI/AAAAAAAAAJBA/zcOpLe\\_qLDc/s1600-h/3C-FOSTER---SAINS.jpg](http://1.bp.blogspot.com/_X9uQOPu_oJU/SsP7Tewq7EI/AAAAAAAAAJBA/zcOpLe_qLDc/s1600-h/3C-FOSTER---SAINS.jpg)

## 1.2 Tecnología

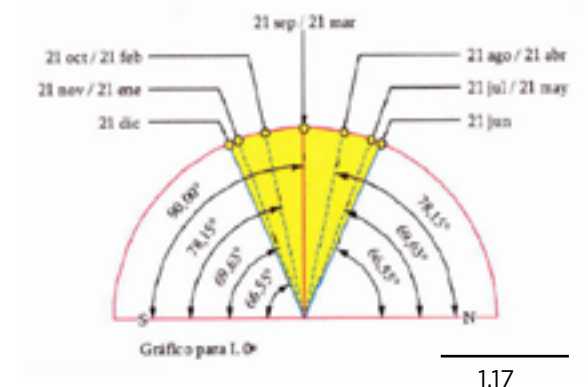
### 1.2.1 Soleamiento

El sol emite energía en forma de radiación electromagnética, una pequeña parte llega a nuestro planeta para atravesar la atmosfera, variando la intensidad de la radiación solar según la latitud y la altura sobre el nivel del mar.



La órbita anual de la Tierra en torno al sol es casi circular, llamada Eclíptica, presentando una pequeña excentricidad, en diciembre la radiación aumenta un 4% más que junio, la rotación diaria de la Tierra sobre sí misma en la línea Ecuatorial no es paralela a la Eclíptica, es por esto que se presentan las estaciones. Nuestra ubicación en el mapa sobre la latitud 0,0° (Zona Ecuatorial) determina que no tengamos las estaciones y por lo tanto nuestro días duran lo mismo que las noches, el equinoccio es el momento del año cuando el sol se sitúa en el plano del ecuador alcanzando el cenit (es el punto más alto del cielo que alcanza el sol en relación a un punto del planeta, la intersección vertical a 90°), en el 21 de marzo y 21 de

septiembre se dan los solsticios donde el sol alcanza una menor altura debido a la declinación formando un ángulo con el cenit de +23,45° el 21 de junio y de -23,45° el 21 de diciembre.



El calor es una transferencia de energía que se da en un cuerpo por el movimiento cinético y desordenado de los átomos y moléculas, cuando un cuerpo entra en contacto con otro este le transmite calor, siempre del cuerpo con mayor temperatura al de menor temperatura.

Las edificaciones presentan distintos comportamientos de transmisión de calor, estos se presentan en 3 formas:

1.- La conducción de calor se da en los cuerpos sólidos a través de sus masas, por esto los metales conducen bien el calor y los materiales como el vidrio, la madera, entre otros son malos conductores de calor siendo considerados como aislantes térmicos.

2.- Cuando existe movimiento de la materia el calor se propaga por convección, esto se encuentra en los líquidos y gases, los métodos de conven-

ción son eficaces si se los utiliza de una manera adecuada a través de corrientes es por eso que los materiales que impiden la circulación del aire se denominan materiales aislantes: corcho, lana de vidrio, etc.

3.- También la energía se transmite por ondas electromagnéticas o radiación, la energía que nos brinda el Sol al absorberla se transforma en calor, igual pasa esto con la luz pero en menor cantidad.

Una buena herramienta para estudiar el sol y su posicionamiento en un punto son las cartas solares que nos ayuda en la arquitectura para los diseños se-

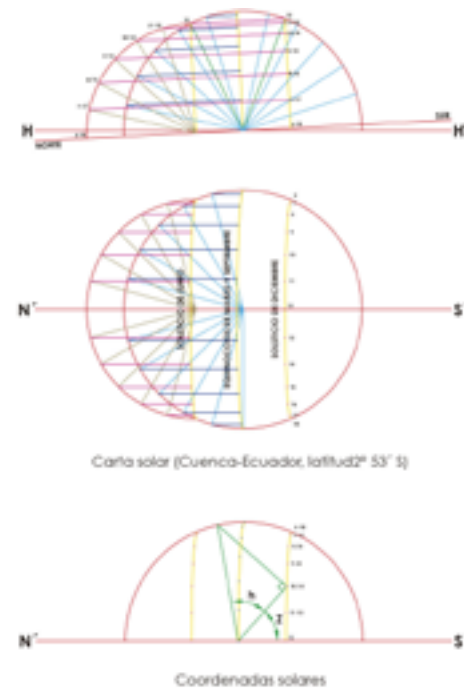
HORA	SOLSTICIO			
	22-jun		22-dic	
	ACIMUT (x) °	ALTURA (h) °	ACIMUT (x) °	ALTURA (h) °
6	69.23	5.43	64.03	0.45
7	67.97	15.75	63.79	12.28
8	65.04	29.04	61.85	25.79
9	59.64	41.82	57.39	39.15
10	49.83	53.55	48.37	51.7
11	31.22	62.8	30.81	62
12	0	66.31	0	66.78
13	31.22	62.8	30.81	62
14	49.83	53.55	48.37	51.7
15	59.64	41.82	57.39	39.15
16	65.04	29.04	61.85	25.79
17	67.97	15.75	63.79	12.28
18	69.23	5.43	64.03	0.45

Cuadro de la variación de las coordenadas solares para Cuenca-Ecuador  
Latitud= 2° 53' S

1.18 Cuadro de la variación de las coordenadas solares para Cuenca - Ecuador. Latitud= 2° 53' S

gún el movimiento solar y ver las sombras que nos proyecta en cada diseño, esto es importante para el emplazamiento de la edificación en el terreno o lugar.

A través de medios digitales ahora es más fácil conseguir datos más exactos de las coordenadas solares.

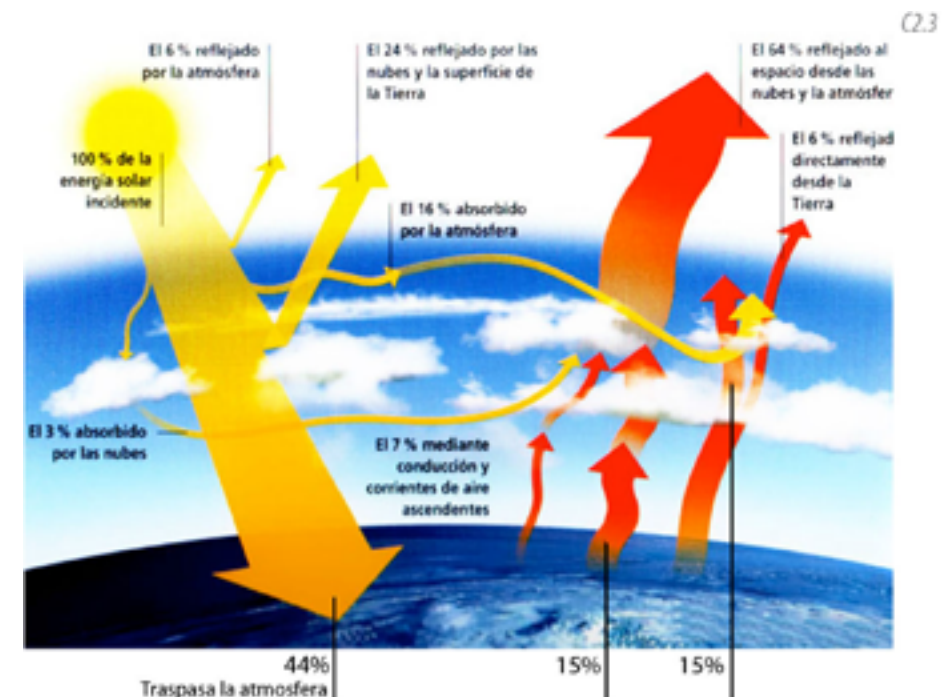


Para obtener datos más exactos en lo referente a las coordenadas solares hoy en día se puede recurrir a cálculos matemáticos resueltos por programas en computadores.

1.19

El soleamiento influye directamente en el clima ya que modifica la temperatura y la humedad, por lo tanto a la vegetación y microclimas. Es uno de los principios más importantes al hablar de diseños sostenibles porque a través de los volúmenes, orientación de ellos y los vanos determinamos la iluminación y el calor. Así podemos determinar las fachadas y cubiertas, que junto

a los elementos constructivos sirven para aislar o permitir el calor en las distintas épocas del año llegando a un diseño que nos brinde confort.



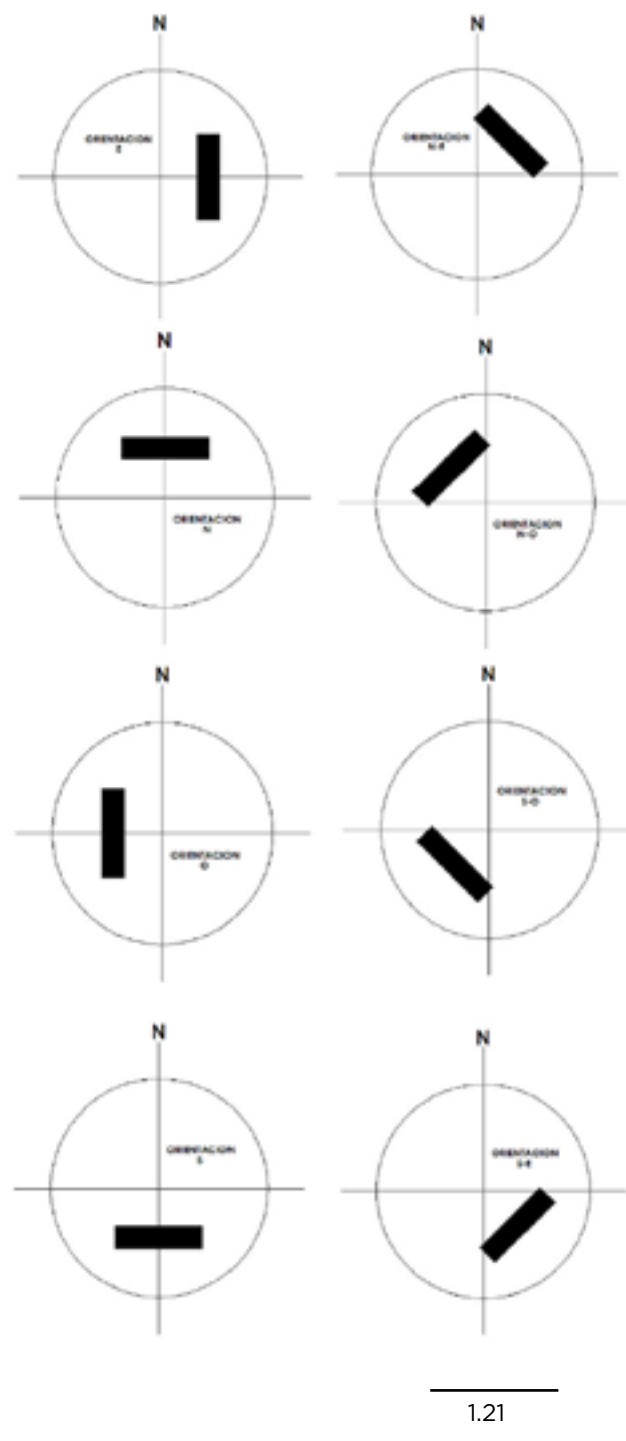
RADIACION SOL

1.20

La radiación solar es la energía que recibimos del sol a través de sus rayos en forma electromagnética en diferentes frecuencias: luz visible, infrarroja y electromagnética. La mitad de lo que recibimos podemos ver siendo esta la luz visible, la mayoría de lo otra mitad es la aparte infrarroja del espectro y una pequeña cantidad luz ultravioleta. La radiación que llega al planeta en una parte es absorbida por la atmósfera y el suelo, otra parte devuelta al espacio.

La radiación es captada en la Tierra de distintas maneras. Una de ellas es la conversión química a través de procesos foto bioquímicos que realizan los organismos biológicos, los productores que son las plantas y algas absorben la energía solar y la almacenan, los consumidores que son los animales herbívoros usan los tejidos de almacenamiento de los productores como alimento. También la radiación puede ser convertida en electricidad por conversión termoeléctrica o conversión fotoeléctrica. La conversión térmica





es cuando las superficies son incididas por la energía radiante produciendo calor, esto es según el elemento y su posición según el sol.

Es importante los periodos de la incidencia del sol sobre cada superficie, esto es el tiempo que cada superficie se va a encontrar directamente expuesto a la radiación solar. Estas superficies son las cubiertas, muros y elementos interiores, estos últimos según la apertura y dirección de los vanos. Las cubiertas están expuestas todo el día y los muros y vanos según la orientación a que se encuentren. Los muros pueden encontrarse hacia todas la posición de la orientación, es de estudiarlos para establecer cada uno de ellos de la mejor manera:

Este cuadro a través de gráficos de los equinoccios y solsticios nos dice las horas de incidencia solar para cada orientación de los elementos, con una precisión aproximada de 0.25 horas. Cada elemento en la Tierra pierde o gana calor de diferente manera: la tierra, el agua, la vegetación, etc.

Fecha	Jun. /22	Sep. /23-Marz. /21	Diciem. /22
Orientación	de.. A ..... Hr	de..... A ..... Hrs	de..... A ..... Hrs
SE	6:00 - 10:00	6:00 - 12:00	6:00 - 13:00
E	6:00 - 12:00	6:00 - 12:00	6:00 - 12:00
NE	6:00 - 14:00	6:00 - 12:00	6:00 - 10:30
NE	6:00 - 18:00	6:00 - 18:00	-----
NO	10:00 - 18:00	12:00 - 18:00	13:30 - 18:00
O	12:00 - 18:00	12:00 - 18:00	12:00 - 18:00
SO	14:00 - 18:00	12:00 - 18:00	10:30 - 18:00
S	-----	-----	6:00 - 18:00

1.22

La radiación solar puede ser absorbi- da, reflejada o emitida: la absorción de la energía solar depende de cada cuerpo siendo los elementos oscuros como los negros los que mayor absor- ben, la reflexión es cuando los materia- les reflejan una parte de la radicación siendo los negros los que menos refle- jan, todo material emite una radiación siendo los cuerpos negros perfectos para emitir. Todos estos se representan en valores entre 0 y 1, siendo el negro 1 en la absorción y emisión, 0 en la re- flexión. Esto nos sirve para escoger los materiales a utilizar en la edificación según las necesidades.

### 1.2.2 Iluminación

Una buena iluminación crea confort para las personas que se encuentran en el espacio, lo más recomendable es que sea luz natural. Según la actividad que se cumple existen factores reco- mendados, es importante que la luz se distribuya bien en los ambientes, sien- do esta no más fuerte cerca de las ven- tanas. Las superficies crean reflexión y contraste de la luz, es de cuidar que el contraste no sea excesivo porque puede deslumbrar a los ocupantes del espacio. La luz natural da una calidad visual sobre la apariencia y el color de las cosas, por eso la gente le tolera más, en cambio la artificial no siempre crea ambientes óptimos de trabajo.

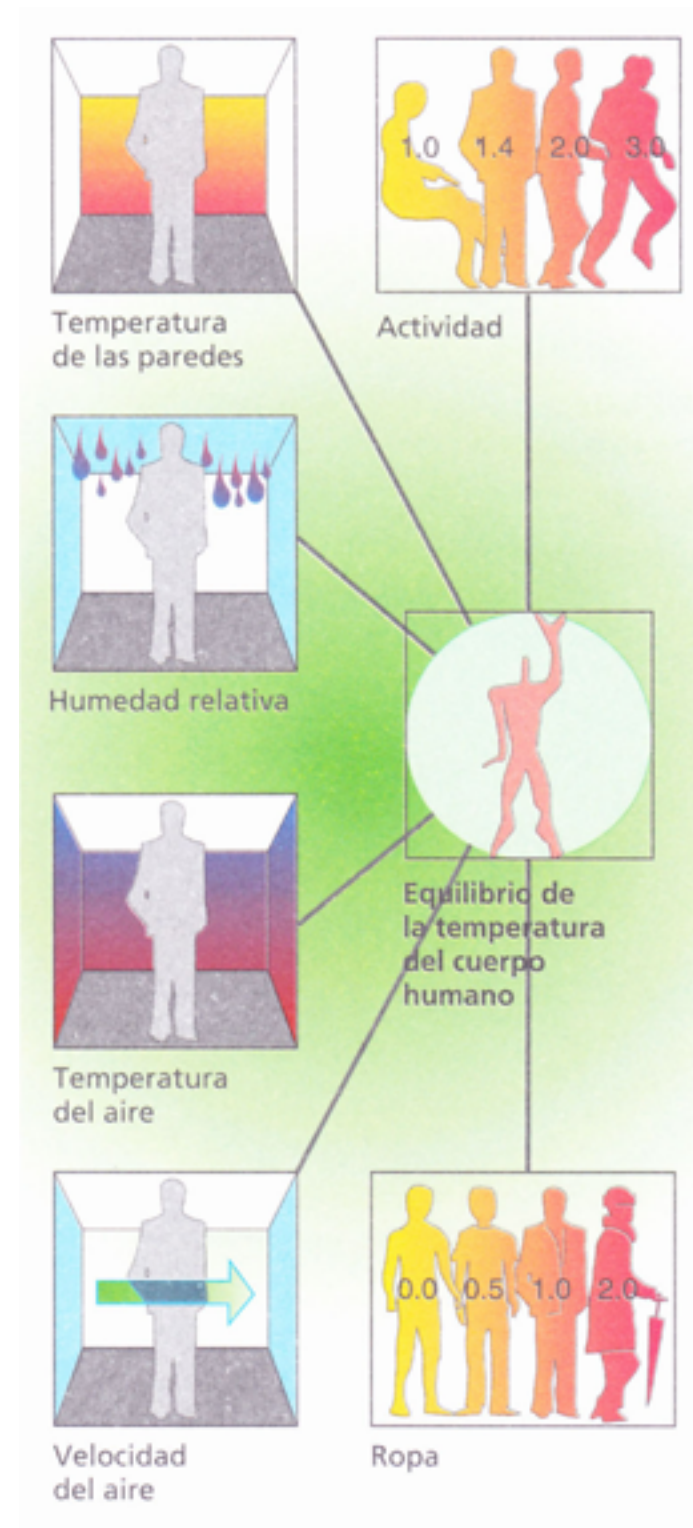
Una relación para la superficie de las ventanas sobre los muros en nuestro medio se encuentra en una proporción del 30%, (para climas cálidos 10%), pero varia esto según el uso del edifi- cio, la orientación y el clima en que se encuentre. La orientación de la edifi- cación es importante en la incidencia de luz natural dentro ella, cuidando la

proporción y disposición de la superficies acristaladas.

### 1.2.3 Confort térmico

El objetivo del confort térmico es que las personas se encuentren en un estado cómodo y saludable sin ninguna molestia. El cuerpo a través del metabolismo genera calor, pero también puede perder según la ropa, la temperatura, la humedad y las corrientes de aire de donde nos encontremos, es de tomar en cuenta la temperatura que irradian los objetos.

Un hombre encuentra su confort térmico cuando gasta menos energía en adaptarse al entorno que lo rodea,



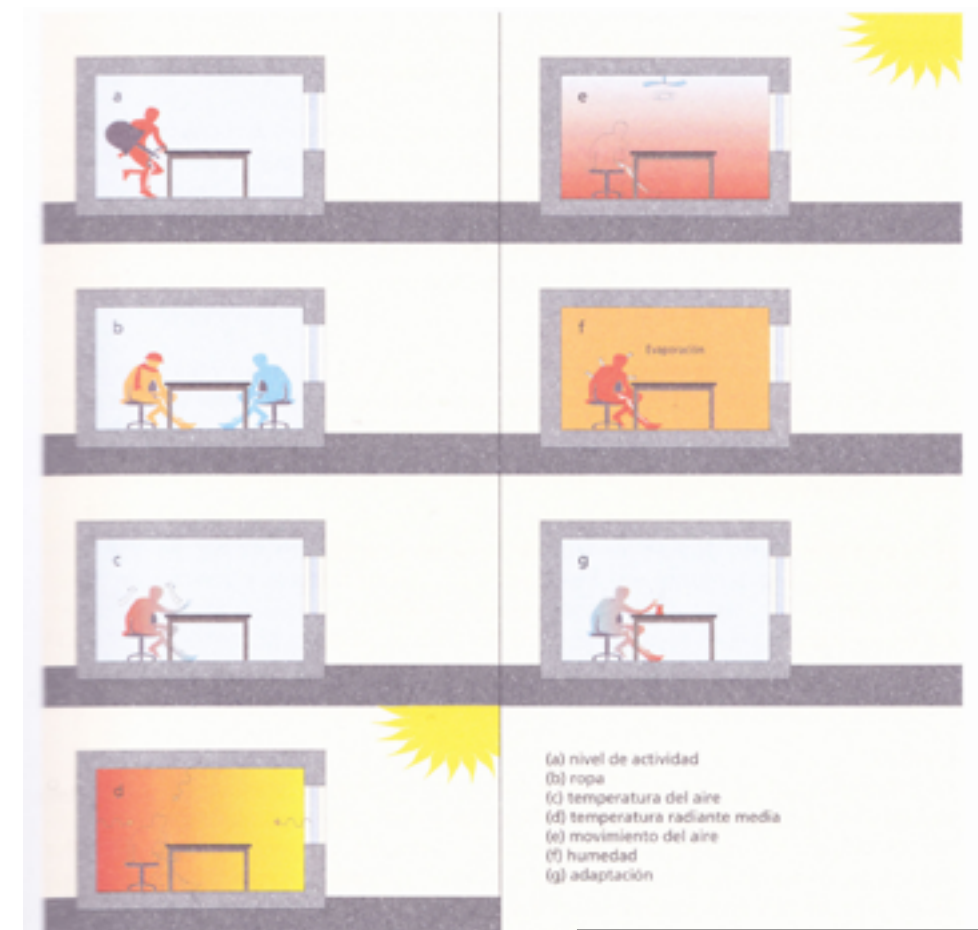
1.23 Confort térmico

ósea que su temperatura sea igual a la del ambiente. Este equilibrio cuerpo-ambiente depende de varios parámetros:

El cuerpo mantiene una temperatura de  $36,7^{\circ}$ , produce calor o energía metabólica según la actividad que realizamos, la ropa impide que perdamos este calor, la temperatura del ambiente y la humedad también influye en la pérdida del calor. Los elementos que componen el espacio igual poseen una temperatura llamada temperatura radiante media, por lo general los objetos son más fríos entonces influyen en la pérdida del calor. El aire da

sensación de frescura al cuerpo. Varios elementos son los que influyen para que cada persona encuentre su zona de confort debido a que también cada uno según donde vive se aclimata, así es de pensar al diseñar encontrando un equilibrio entre todos los elementos para hacer a los espacios adaptables a las necesidades de cada uno.

Para que exista el confort térmico adecuado el cuerpo no tiene que realizar esfuerzo para encontrar este equilibrio, para ello existen parámetros recomendados en los ambientes. La temperatura ideal está entre  $20-22^{\circ}\text{C}$ , movimiento del aire a  $0,1-0,15 \text{ m/s}$ , humedad de

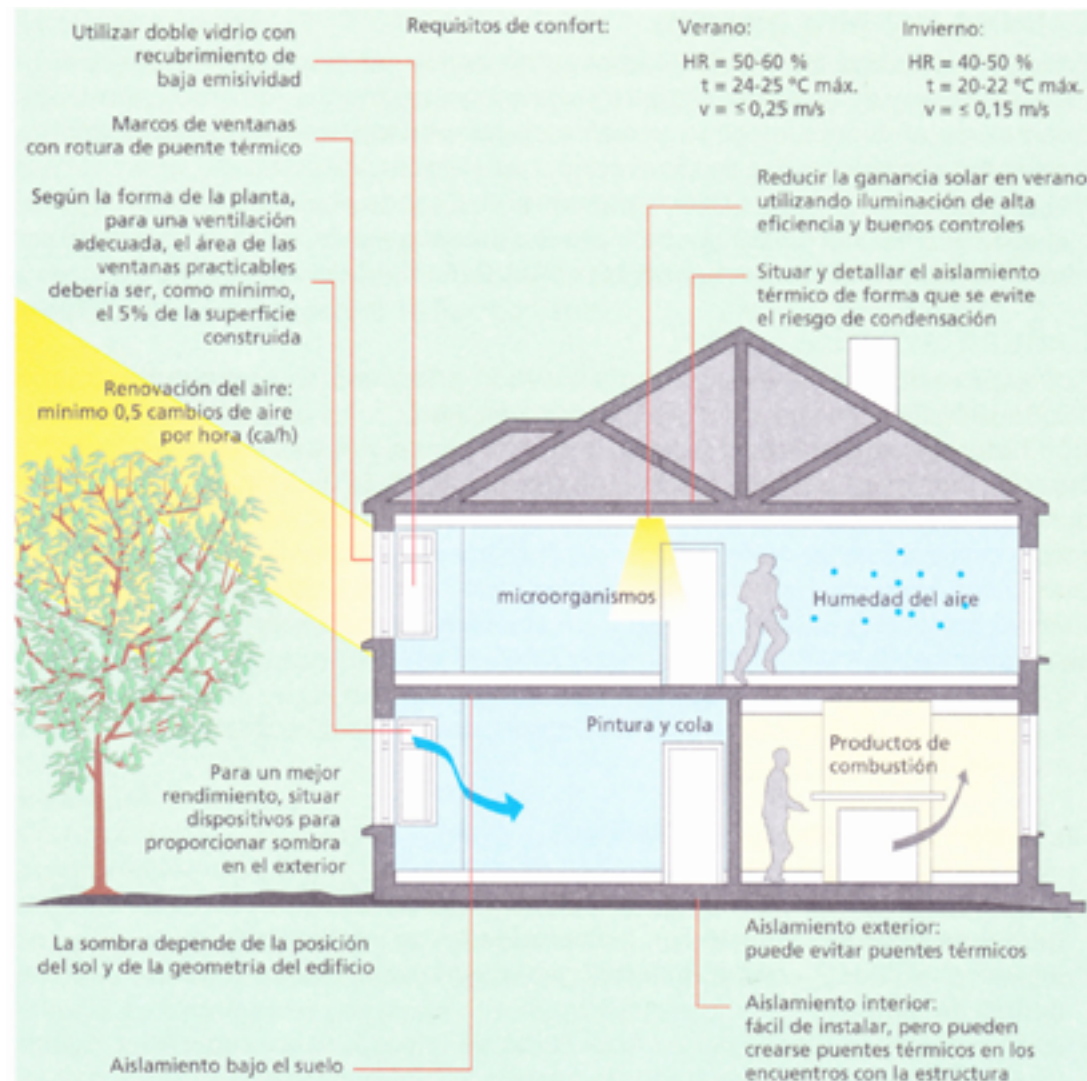


1.24 Proyectar en busca del confort térmico.

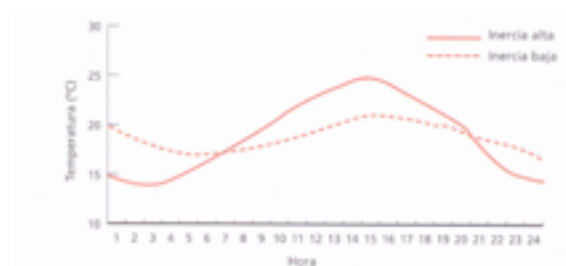


## Criterios de diseño y construcción de la arquitectura sostenible

Francisco Coellar Heredia



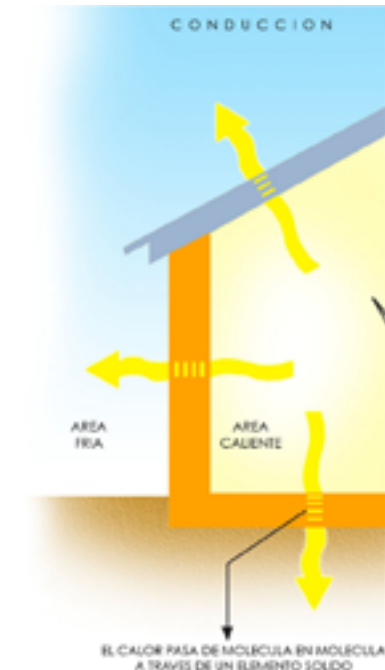
1.25



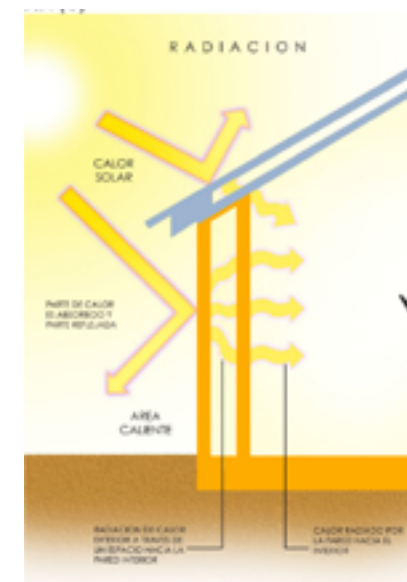
1.26 Temperatura interior en un día caluroso en un edificio de inercia alta y baja, la masa térmica puede ser útil en climas cálidos y fríos.

50-60% en zonas andinas. Temperatura de 24-26°C, movimiento del aire a 0.25 m/s, humedad de 40-50% en zonas cálidas. En general el rango de confort térmico de las personas se encuentra entre 18°C a 24°C.

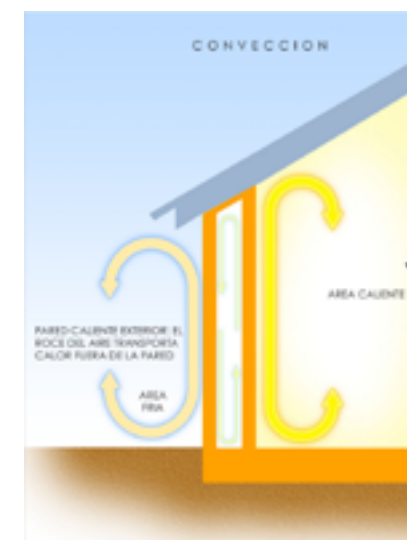
La inercia térmica almacena el calor producido por el sol y transmite este al interior de la edificación haciendo que las variaciones de temperatura sean menores.



1.27



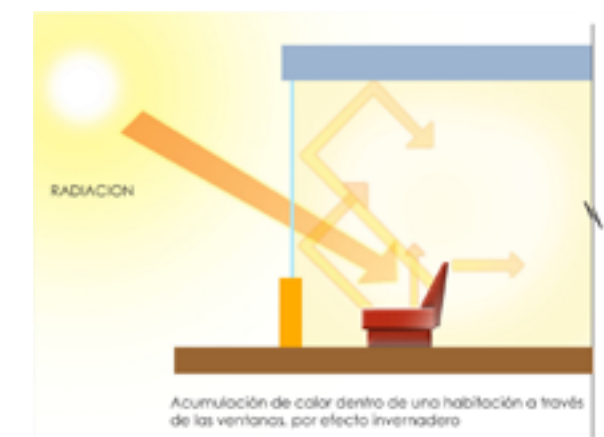
1.28



1.29

La radiación que produce el sol puede provocar efecto de calentamiento dentro de la edificación y también la iluminación natural. En las paredes acristaladas el sol calienta a los elementos interiores, para esto es importante el ángulo de incidencia solar, un diseño sustentable aporta el 33% de la demanda de calor por las ventanas y un 40% por sistemas de captación.

Por las ventanas es donde más se produce las ganancias térmicas, la radiación solar entra por el vidrio para que los objetos del interior absorban la radiación térmica, estos emiten parte del calor en ondas más largas que no atraviesan el vidrio nuevamente, produciéndose el efecto invernadero.



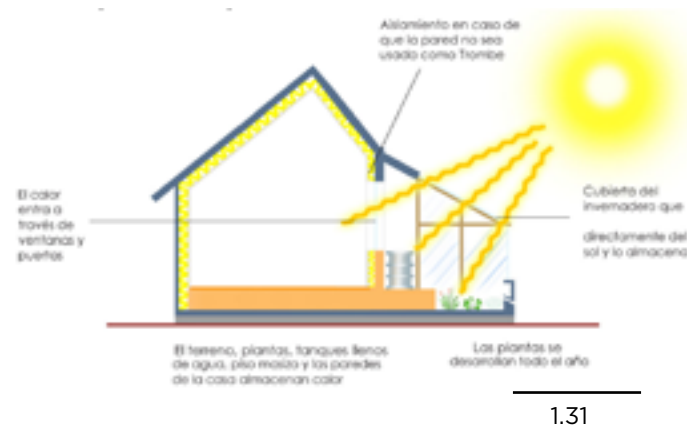
1.30

Las cubiertas y paredes también transmiten calor pero según los materiales que fueron construidos, en las cubiertas especialmente es de prestar atención ya que estas pueden calentar mucho los ambientes.

Los invernaderos son importantes en las edificaciones debido a que acu-



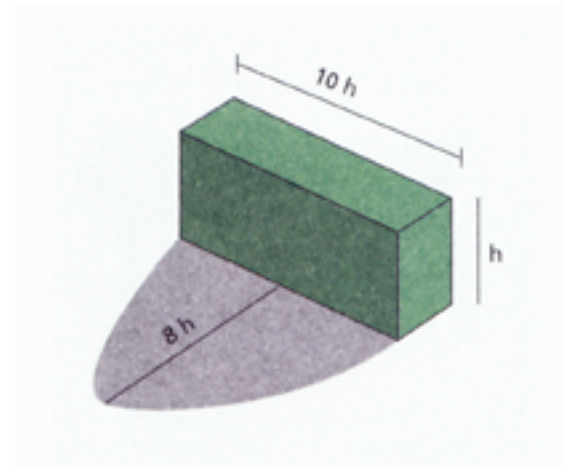
mulan calor para pasar al interior de la edificación, su tamaño va de acuerdo a las necesidades de calor que se quiera transmitir, es mejor que sean de vidrio con pisos de concreto y mampostería o piedra ya que estos materiales acumulan más calor.



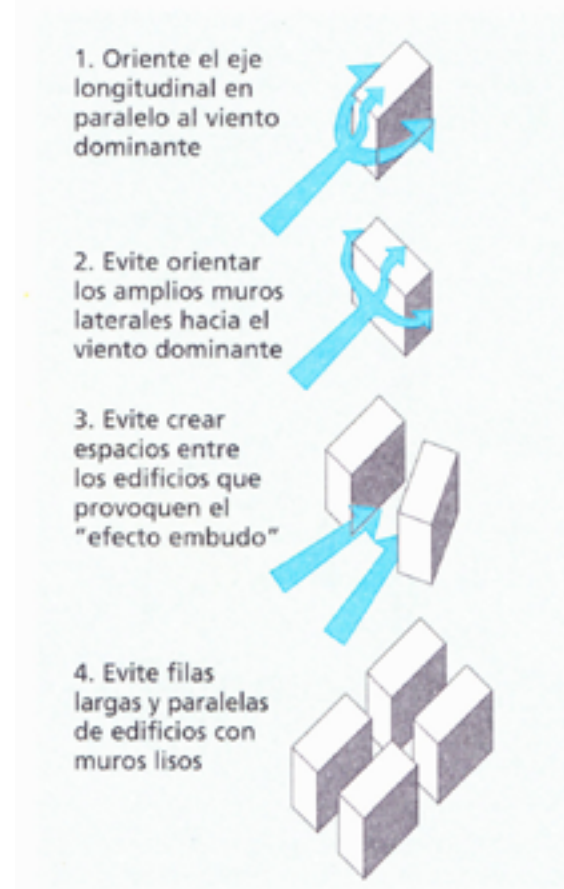
#### 1.2.4 Ventilación

La calidad del aire interior depende de la renovación de aire, por eso es importante una buena circulación del aire exterior, si este no se encuentra contaminado, sino es de utilizar sistemas de ventilación controlada. En la parte superior de los espacios se acumula el aire caliente y en la baja el frío, es importante que estos a través de aperturas recirculen. Las ventanas permiten una ventilación fácil y controlada, es importante situar al edificio según las corrientes de aire de la zona para lograrlo.

Con estructuras o vegetación hay como prevenir las corrientes de vientos que en las zonas andinas enfriarían a las edificaciones, también la dispo-



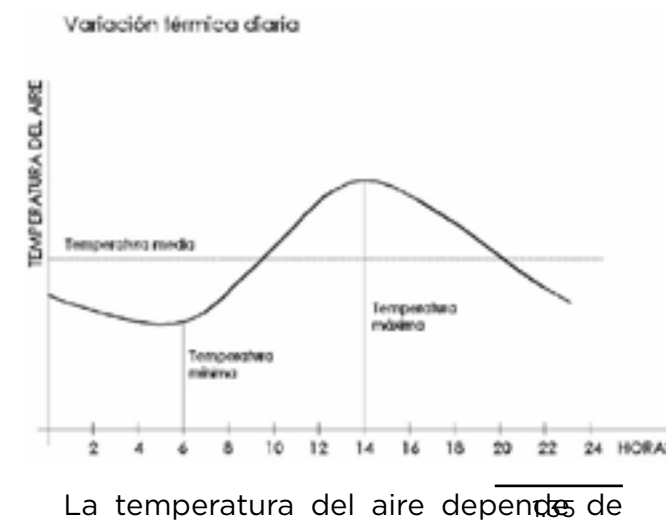
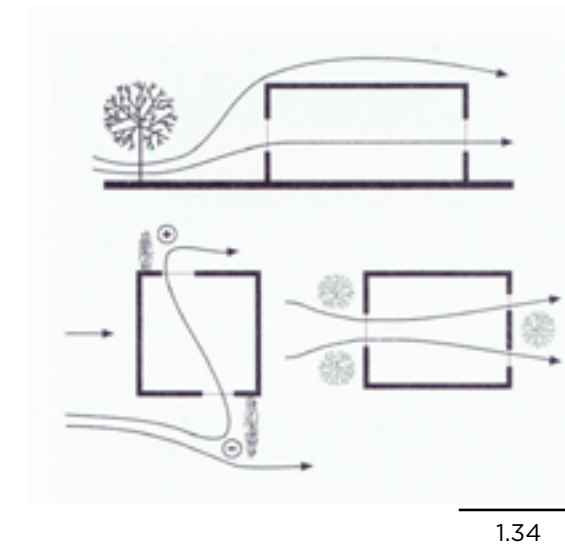
1.32 Barrera sólida: máxima zona protegida..



1.33 Selección de forma y organización de los edificios para evitar corrientes descendentes y proteger los espacios exteriores.

sición de los bloques puede afectar o favorecer la desviación del viento, con estas medidas de abrigo se reducirá las pérdidas de calor en un 15%.

En las zonas cálidas es de ubicar a las ventanas en relación a los vientos predominantes para favorecer que entren brisas frescas a la edificación y estas enfrien los ambientes.

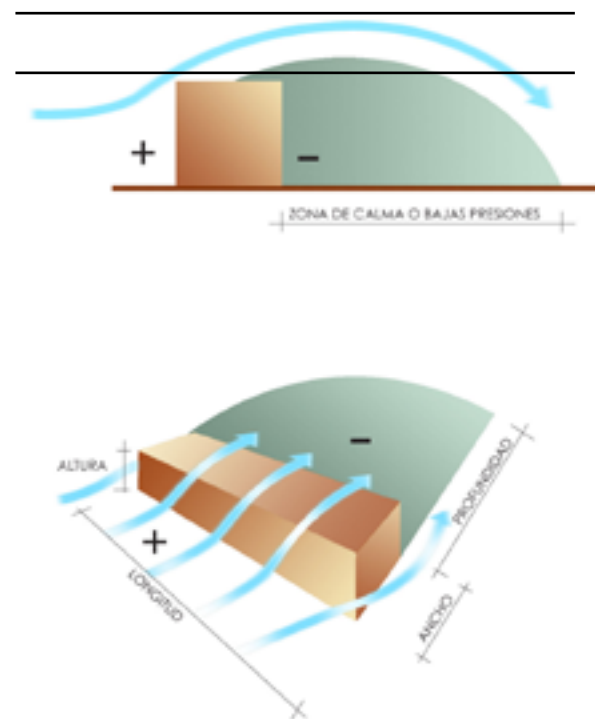


la cantidad de calor que la superficie gane o pierda, esta temperatura varia según el día o la noche, en el día la radiación solar calienta las superficies y el aire, en la noche las superficies pierden temperatura.



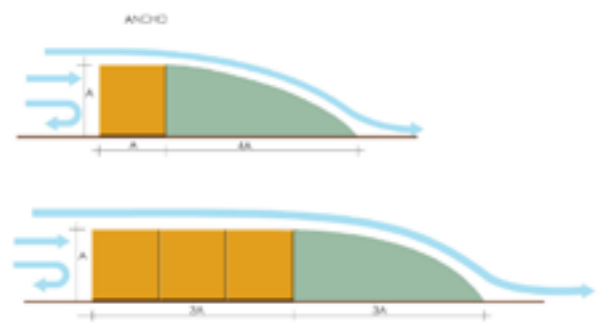
También es de considerar a los elementos del exterior según su rugosidad ya que por el viento estos pueden perder calor según su resistencia superficial. Cuando un elemento se encuentra en contacto con vientos de mayor velocidad estos pierden calor por convección siendo menor la resistencia superficial, por eso los elementos horizontales presentan mayor residencia superficial, por esto los cavados rugosos presentan mayor residencia superficial que los lisos. Así podemos decir que es de considerar la protección de los vientos según el material escogido para que no represente una pérdida de calor en la edificación.

Lo vientos influyen en la pérdida de calor a través de las aperturas o también según los materiales utilizados donde se encuentren en contacto, para nuestra ciudad es recomendable crear barreras que pueden ser de vegetación para evitar las corrientes de vientos y así no perder calor. El viento actúa de varias maneras, estudios han demostrado que las corrientes se mueven en "S", por eso es importante conocer como influyen estas corrientes sobre los elementos constructivos. Estudios de la "Texas Engineering Station" (TES) y de la "Building Research Station" (BRS) dan estos resultados:

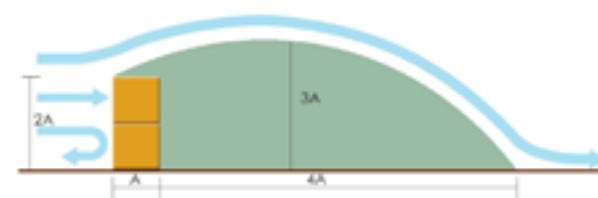
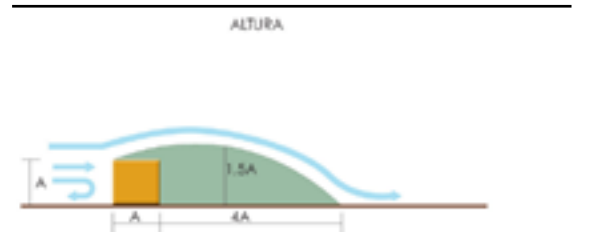


1.37 Zonas de estudio

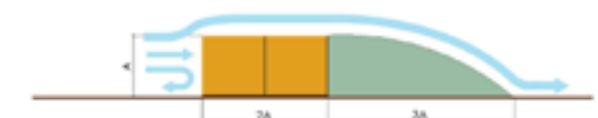
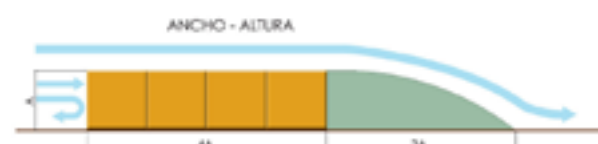
Se consideran trayectorias horizontales de las corrientes de los vientos para estos estudios:



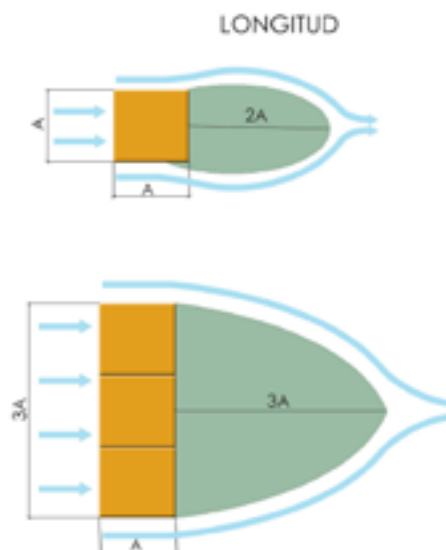
1.38 El ancho de la edificación por más aumente la profundidad de la zona de calma es constante.



1.39 La profundidad y la altura de la zona de calma aumenta en la misma proporción que aumenta la altura de la edificación.

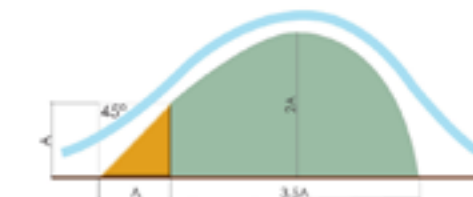
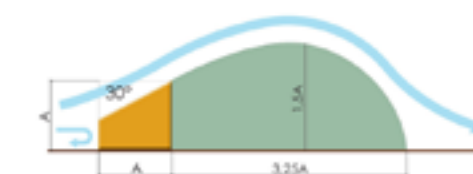
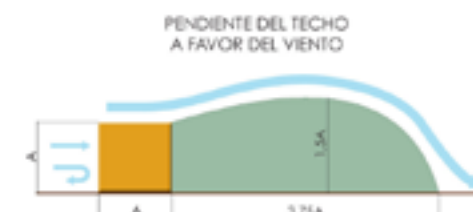


1.40 La profundidad y la altura de la zona de calma aumentan al disminuir la relación ancho-altura de la edificación.



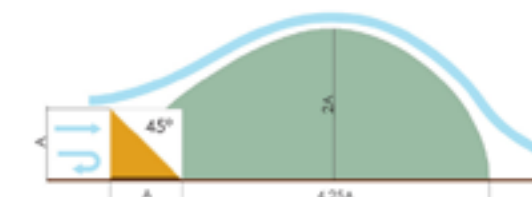
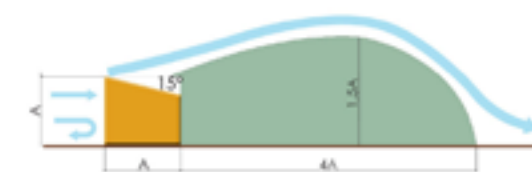
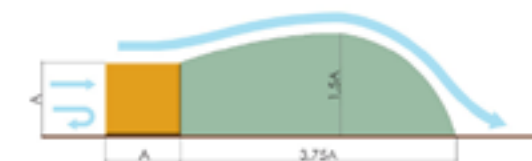
1.41 La profundidad de la zona de calma aumenta cuando se incrementa la longitud de la edificación.

Las pendientes de las cubiertas en la dirección horizontal del viento actúan de las siguientes maneras:

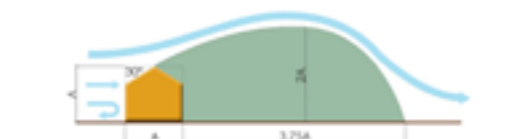
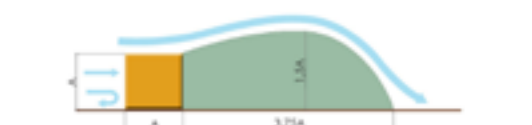


1.42 Cuando se encuentra a favor del viento la pendiente, los aumentos de pendiente aumentan la profundidad de la zona de calma, si es mayor a 30° la pendiente también aumenta la altura de la zona de calma.

PENDIENTE DEL TECHO  
EN CONTRA VIENTO

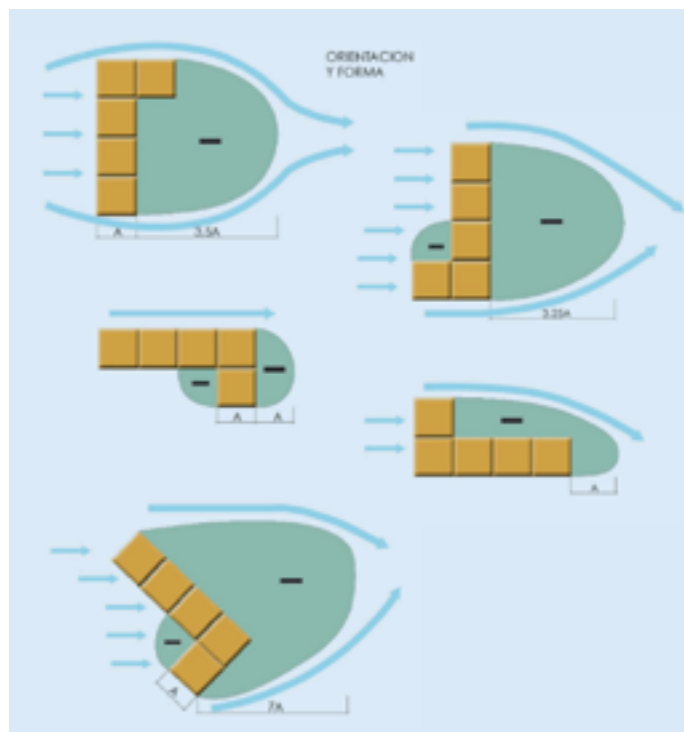


1.43 Cuando es contraria al viento la pendiente, los aumentos de pendiente aumentan la profundidad de la zona de calma, si es mayor a 30° la pendiente también aumenta la altura de la zona de calma.

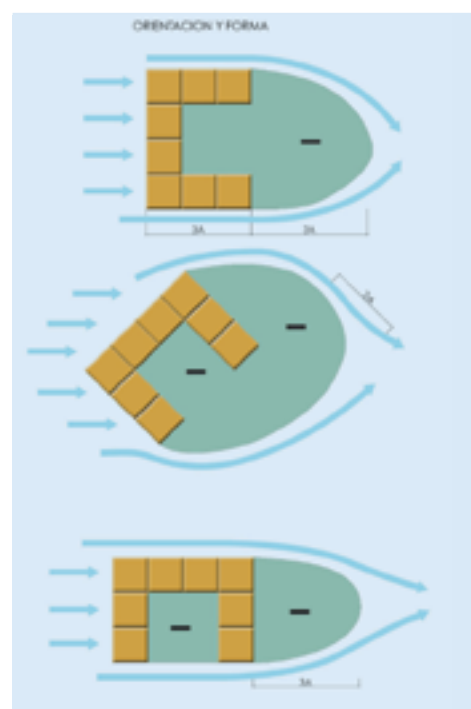


1.44 Si la cubierta tiene dos pendientes la zona de calma aumenta en profundidad y altura.

La orientación y la forma también influyen en las zonas de calma. Esta aumenta cuando más se acerca a 90° el ángulo conformado entre la dirección del viento y la dirección mayor de la edificación.



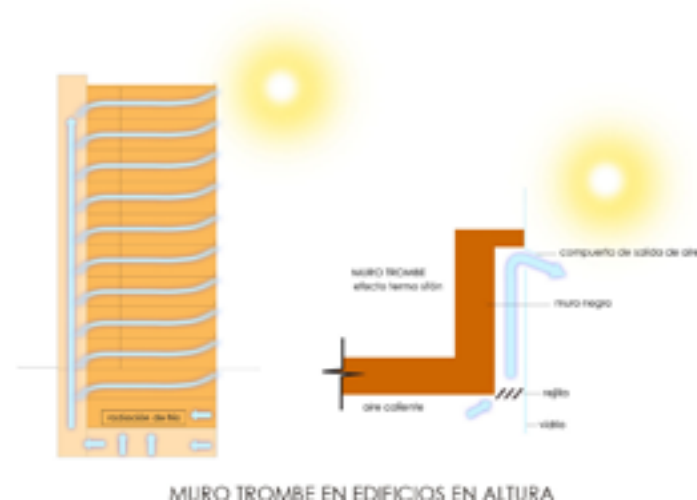
1.45



1.46

La vegetación se puede utilizar como un elemento de barrera contra el viento. Los árboles cortan el viento en las partes altas pero si pasa el viento en la parte inferior, los arbustos cortan el viento en la parte inferior, por eso según las necesidades se puede utilizar los dos. Una barrera vegetal densa disminuye el viento un 70% y una barrera vegetal de mediano follaje disminuye el viento un 40%.

Con el efecto de termosifón, que consiste en un ducto que presenta una apertura superior que permita la entrada del aire frío desde el exterior y una apertura en la parte inferior por donde va a salir el aire ya que el aire frío baja, en edificios de altura podemos crear ventilación para mejorar el confort en ambientes calientes. Las diferencias de presión que se crean entre el subterráneo y la parte alta del edificio hacen que el aire fresco de abajo suba por un ducto, que puede ser el de los ascensores, y así fluir en habitaciones donde se encuentren rejillas que es mejor ubicarlas al nivel de la cabeza para crear confort a las personas, es necesario rejillas sobre las ventanas para la extracción del aire caliente.



1.47

## 1.3 Requerimientos arquitectónicos





## Criterios de diseño y construcción de la arquitectura sostenible

Francisco Coellar Heredia

Francisco Coellar Heredia



1.49

Estos requerimientos se basan en las necesidades de la arquitectura sostenible o bioclimática, se necesita satisfacer las necesidades de confort del ser humano a través del diseño, los materiales utilizados y las técnicas constructivas para cada parte de la edificación.

### 1.3.1 Principios arquitectónicos

Para la realización de un proyecto sostenible es de analizar el lugar a edificar desde varios puntos, considerando también la calidad y el confort que va a brindar el proyecto:

- Temperaturas mensuales durante el día y la noche.
- Luz natural disponible, puede existir obstáculos (Edificaciones existentes alrededor, vegetación, topografía, etc.).

- Incidencia del sol según la orientación de la edificación.
- Topografía, puede dar sombra, peor también tapar los vientos.
- Reutilización de edificaciones y materiales existentes.
- Vegetación existente, puede beneficiar al proyecto.
- Agua, niveles freáticos y quebradas.
- Tipo de suelo, para la cimentación.
- Calidad del aire (zona con contaminación).
- Ruido
- Vistas, vistas desde el sitio para potenciarse.

“Un buen proyecto debería explotar o manipular las características del solar

para reducir el consumo de energía en los edificios. El objetivo es crear las mejores condiciones posibles para el edificio y sus ocupantes, y una interacción más positiva con el entorno más amplio.”<sup>1</sup>

“La planificación del solar suele incluir la evaluación de ciertas características, pero es habitual que no se tengan en cuenta algunos de los rasgos naturales del emplazamiento, ni de las posibilidades de utilizar fuentes alternativas de energía. Existen varios tipos de relaciones clave: las relaciones entre los propios edificios, entre los edificios y la topografía del solar, y la armonía general entre los edificios, la vegetación

<sup>1</sup> HERNÁNDEZ PEZZI, Carlos. Un Vitrubio ecológico, Principios y práctica del proyecto arquitectónico sostenible. Barcelona - España, Gustavo Gili, 2007. Pg. 68.

y las formas naturales y artificiales del terreno. Cuando los espacios interiores y exteriores se proyectan con objetivos bioclimáticos, los edificios y el espacio que los rodea reaccionan conjuntamente para regular el ambiente interior y exterior, y para realzar y proteger el solar, los ecosistemas locales y la biodiversidad.”<sup>2</sup>

<sup>2</sup> HERNÁNDEZ PEZZI, Carlos. Un Vitrubio ecológico, Principios y práctica del proyecto arquitectónico sostenible. Barcelona - España, Gustavo Gili, 2007. Pg. 68.

La información y gráficos del literal 1.3.1 “Principios arquitectónicos” fueron tomadas de la Tesis de Máster “Introducción a una Arquitectura Bioclimática para los Andes Ecuatoriales” de Oswaldo Barrera Crespo en la Universidad Politécnica de Cataluña en Barcelona - España en el 2005.



1.50 Estrategias de planificación, para altas latitudes (Ejemplo aplicado en España.)

### Proceso

Es de tener ciertas consideraciones al realizar el proyecto de una edificación sostenible, teniendo en cuenta las distintas fases de realización y construcción existen estrategias para tomar en cuenta en cada una:



Tabla 1.1 Estrategias ecológicas para las distintas fases

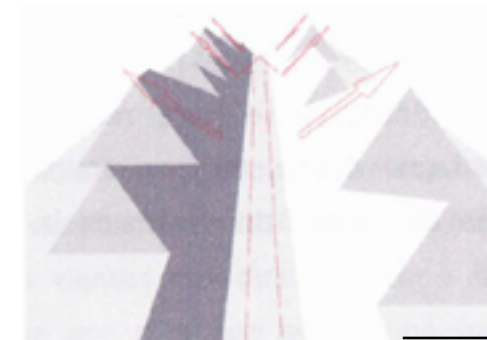
Fase	Temas
<b>CONCEPTO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Descripción del proyecto: identificación de proyecto ecológico como un aspecto a tener en cuenta</li> <li>Acordar objetivos de rendimiento medioambiental para el edificio</li> <li>Dar preferencia a antiguos solares industriales sobre zonas rurales</li> </ul>
<b>PROYECTO</b> Estudios preliminares	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analizar el emplazamiento desde los parámetros de luz solar, resguardo y sombras</li> <li>Estudiar el tipo de edificio y analizar ejemplos de buenas prácticas</li> <li>Valorar lo que puede conseguirse teniendo en cuenta las restricciones presupuestarias</li> </ul>
<b>Bocetos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Distribución del emplazamiento: utilizar estrategias de diseño solar pasivo que incluyan la luz natural</li> <li>Proporcionar luz solar a los espacios habitables</li> <li>Utilizar la inercia térmica para moderar las fluctuaciones de temperatura</li> <li>Potenciar al máximo la entrada de luz natural mediante la configuración en planta y en sección</li> <li>Considerar sistemas de abastecimiento de agua y gestión de residuos</li> <li>Utilizar materiales locales</li> <li>Realizar varios estudios de las ideas de proyecto para evaluar el rendimiento</li> </ul>
<b>Anteproyecto</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tener en cuenta la altura de los techos para calefacción, refrigeración e iluminación</li> <li>Tener en cuenta la inercia térmica según el uso intermitente o continuo del edificio</li> <li>Optimizar la proporción y distribución de los huecos exteriores del cerramiento respecto a la calefacción e iluminación</li> <li>Especificar los criterios de proyecto para las instalaciones de servicios</li> <li>Calcular el rendimiento previsto del edificio y compararlo con los objetivos</li> </ul>
<b>Proyecto básico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Definir el trazado (plantas, secciones y alzados) para obtener las autorizaciones reglamentarias: consecuencias sobre luz natural, ventilación, sistemas activos y pasivos</li> <li>Escoger los materiales y sistemas constructivos teniendo en cuenta la inercia térmica, los huecos y la sombra, así como el lugar de producción de los materiales</li> </ul>
<b>Proyecto de ejecución</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desarrollar las especificaciones sobre la calidad del trabajo y la gestión de la obra</li> <li>Detallar el rendimiento térmico, la luz natural y la ventilación controlada</li> <li>Especificar los marcos de los huecos exteriores para mejorar el rendimiento medioambiental</li> <li>Seleccionar acabados interiores y exteriores respetuosos con el medio ambiente</li> <li>Considerar el rendimiento ambiental al seleccionar los sistemas de calefacción y refrigeración, radiadores y controles</li> <li>Especificar los equipos y controles de la iluminación eléctrica para reducir al mínimo el consumo</li> <li>Especificar sanitarios de bajo consumo de agua</li> </ul>
<b>CONSTRUCCIÓN</b> Proceso de licitación	<ul style="list-style-type: none"> <li>Explicar los requisitos del diseño ecológico a los contratistas participantes</li> <li>Especificar las prácticas de construcción y niveles de tolerancia más exigentes</li> </ul>
<b>Supervisión</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Proteger lo máximo posible el paisaje natural del emplazamiento</li> <li>Asegurar la correcta aplicación del aislamiento y evitar los puentes térmicos en los huecos</li> <li>El contratista no debería cambiar ningún material o componente sin autorización del arquitecto</li> <li>Garantizar que existan sistemas aceptables de eliminación de residuos</li> </ul>
<b>Entrega del edificio</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Asegurarse de que el cliente y los usuarios comprendan las ideas y sistemas de construcción (proporcionarles manuales de mantenimiento)</li> <li>Enseñarles a obtener el mayor rendimiento de los sistemas activos de control</li> </ul>
<b>Periodo de garantía</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hacer un seguimiento de los sistemas activos y compararlo con el rendimiento real proyectado</li> </ul>
<b>MANTENIMIENTO Y REHABILITACIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Utilizar acabados ecológicos donde hubieran sido utilizados originalmente</li> <li>Utilizar materiales de limpieza y saneamiento respetuosos con el medio ambiente</li> <li>Realizar una auditoría energética antes de emprender el proyecto</li> <li>Evaluar la posibilidad de actualizar los sistemas activos</li> <li>Evaluar la posibilidad de actualizar el cerramiento</li> <li>Considerar la calidad del aire interior y la salubridad del edificio</li> </ul>

1.51 HERNÁNDEZ PEZZI, Carlos. Un Vitrubio ecológico, Principios y práctica del proyecto arquitectónico sostenible. Barcelona - España, Gustavo Gili, 2007. Pg. 20.

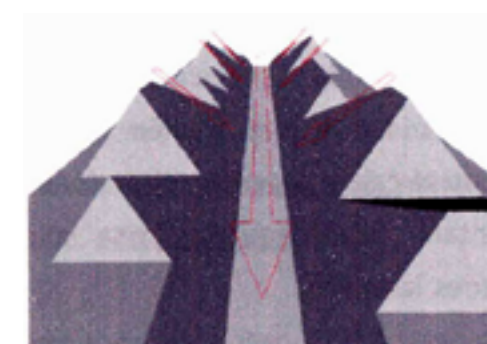
Francisco Coellar Heredia

## Emplazamiento

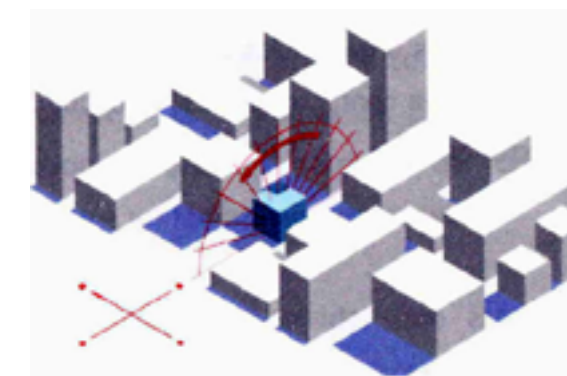
Nuestra topografía es irregular debido a la existencias de valles y montañas cambiando las condiciones climáticas. El sol calienta los valles en las mañanas creando una leve brisa valle arriba calentando las paredes de las montañas debido a la inercia térmica, pero en la noche las brisas predominantes son montaña abajo para enfriar las laderas formando corrientes de aire frío hasta el amanecer, además esto acelera el viento.



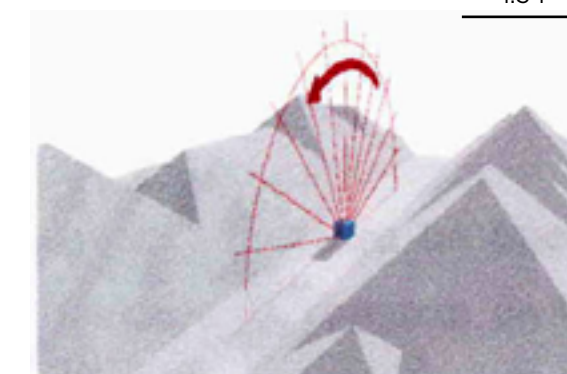
1.52



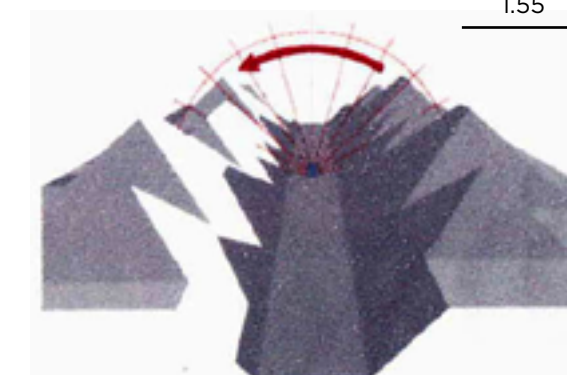
1.53



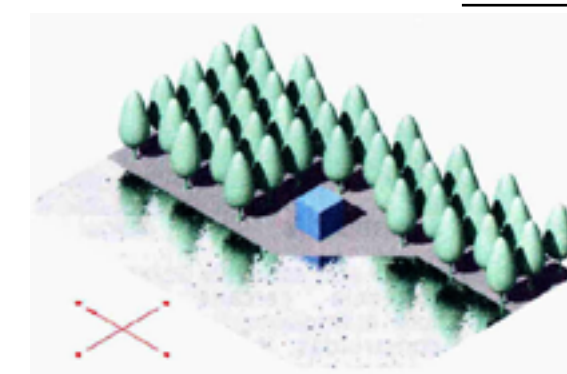
1.54



1.55



1.56



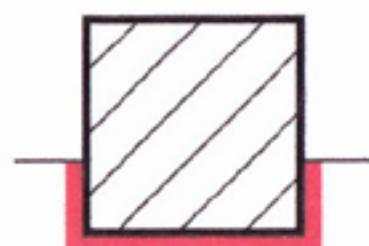
1.57

El soleamiento puede crear sombra según la pendiente del terreno en algunas horas del día, no solo es de considerar las elevaciones naturales sino también las construidas, estas pueden cambiar la dirección de las brisas y influir en la radiación solar al crear sombra en el día o ciertas fechas del año. Los bosques y masas de agua cercanas incrementan la humedad del ambiente y reducen los cambios bruscos de temperatura.

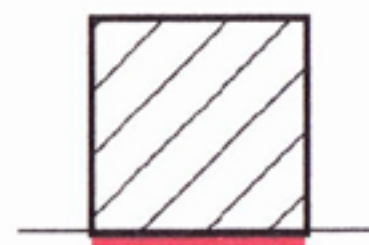


## Forma

La forma de la edificación influye en la ganancia o pérdida de calor según la superficie de contacto y el exterior. Es de aislar a la edificación del contacto con el suelo, por eso es mejor que sea lo menos posible para economizar el aislamiento, las cámaras de aire cerradas funcionan como aislantes (es de dejar pequeñas ventilaciones debido a la humedad del terreno). Cuando los climas presentan grandes variaciones de temperatura entre el día y la noche (ejemplo zonas desérticas) una buena solución es semi-enterrar a la edificación para que al interior no existan grandes variaciones de la temperatura debido a que la masa del suelo brinda inercia térmica.

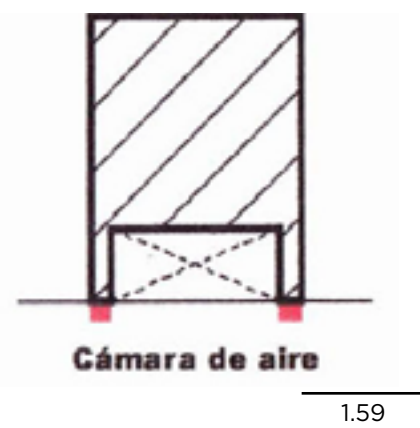


**Semienterrado**



**Sobre el suelo**

1.58

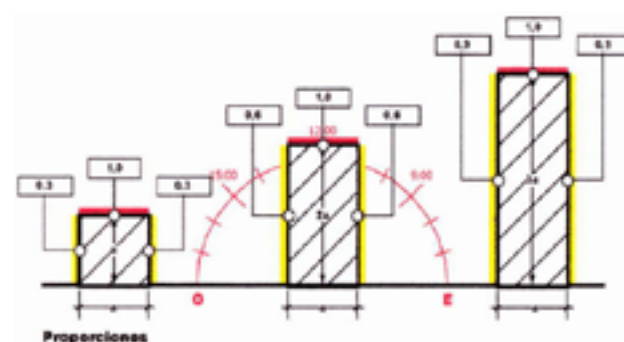


**Cámara de aire**

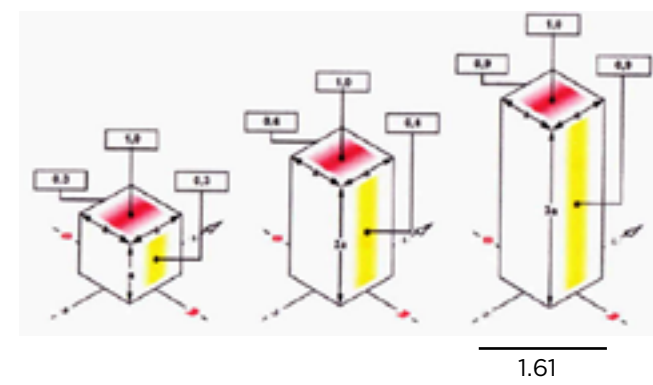
1.59

También según la forma el edificio recibe más viento o menos, las edificaciones altas reciben más viento y transferencia del calor por convección, por esto es mejor para climas cálidos, en cambio las edificaciones bajas pierden menos el calor entonces son recomendadas para climas fríos.

Las cubiertas en las edificaciones siempre van a ser las que más radiación reciban, siendo el doble alcanzando un 60% de la radiación recibida por la edificación considerándose como el plano horizontal alcanzando mayor temperatura que las fachadas. Al hablar de fachadas las más importantes a considerar son las que se ubican hacia los planos verticales al Este y Oeste recibiendo un 30% de la energía, por eso es recomendable aumentar las proporciones en estos planos para que







**Proporciones**



las fachadas sean de mayores áreas y reciban más calor. Así definimos las proporciones de la forma:

Al estudiar la forma de la edificación y de la planta es de considerar además de lo estético, funcional y aspectos técnicos, a los vientos, la radiación solar y la luz para obtener beneficios de ellos. La arquitectura sostenible combina todas las necesidades del inicio del proyecto para que sea más eficiente y ahorre un 30% al 40% de recursos, incorporando otras tecnologías se puede ahorrar hasta un 50%, al referirnos a recursos no solo hablamos de la eléctrica sino también del agua.

	Casa exenta, 10 x 10 m Superficie expuesta: 440 m <sup>2</sup> Pérdida de calor: 100 %
	Casa pareada, 10 x 10 m Superficie expuesta: 380 m <sup>2</sup> Pérdida de calor: 87 %
	Casa adosada, 10 x 10 m Superficie expuesta: 320 m <sup>2</sup> Pérdida de calor: 73 %
	Apartamento, 10 x 10 m Superficie expuesta: 220 m <sup>2</sup> Pérdida de calor: 50 %

**Tipo de edificio y proporción de pérdida de calor**

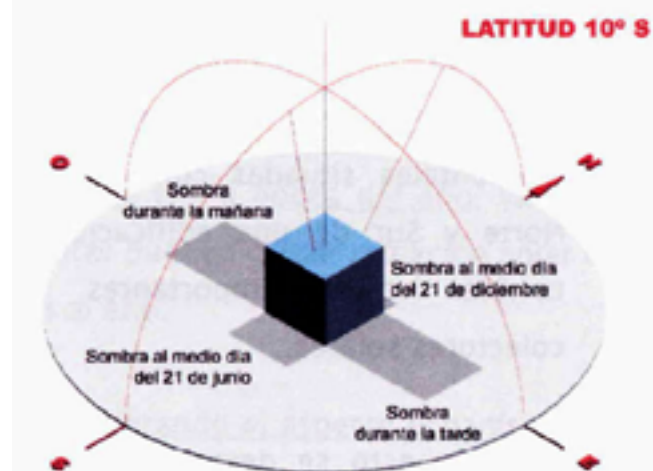
1.62

La calefacción, refrigeración, iluminación, energía eléctrica y el consumo del agua se ven favorecidas al ser menores y así esto representa un ahorro económico además de preservar el medio ambiente.

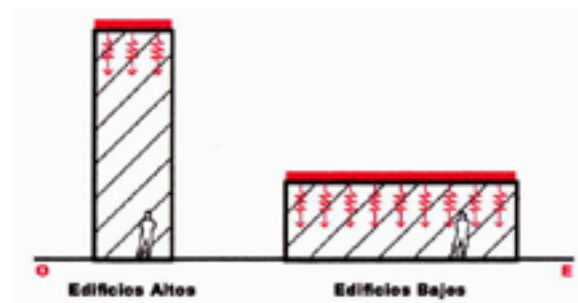
Los conjuntos residenciales son más eficientes, poseen menos fachadas, se optimiza la ventilación cruzada. La casa exenta o sin adosamiento pierde más calor que una pareada, la pareada más que una adosada y está más que un apartamento.

## Orientación

La orientación es muy importante influyendo sobre la captación solar, por lo tanto energía, y la generación de sombras. Así se estudia las sombras que refleja la edificación durante las horas del día, los planos Este y Oeste proyectan mayores sombras que los del Norte y Sur, para esto los equinoccios igual influyen, así se observa que todos los planos captan la energía del sol pero siempre el plano horizontal es el que más capta. Es por eso que para nuestro clima andino los edificios bajos son mejores aprovechables. Es bueno tener superficies acristaladas en la cubierta para que sean captadores, igual en los planos Este y Oeste, el plano Norte y Sur solo recibirían por 6 meses al año poca energía entonces tendría que ser justificados en el diseño.

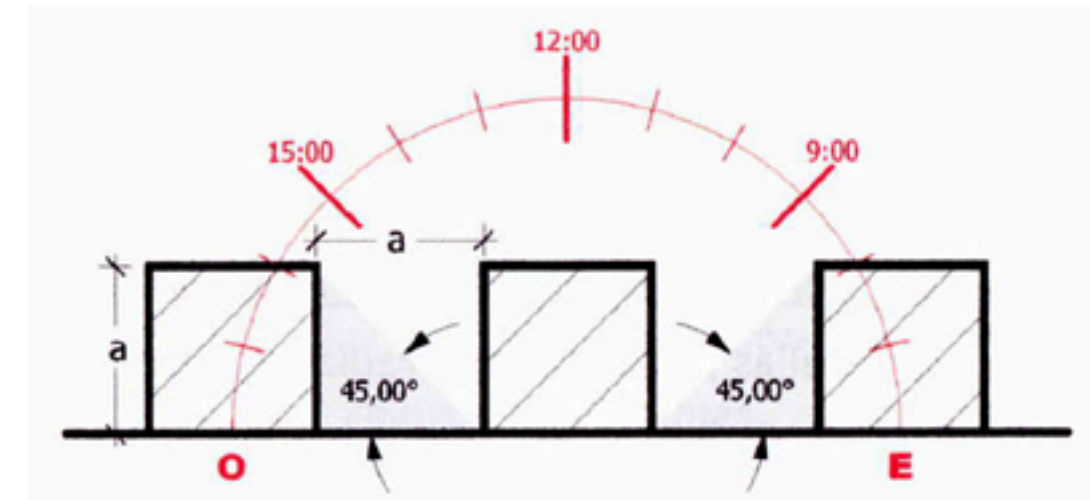


1.63

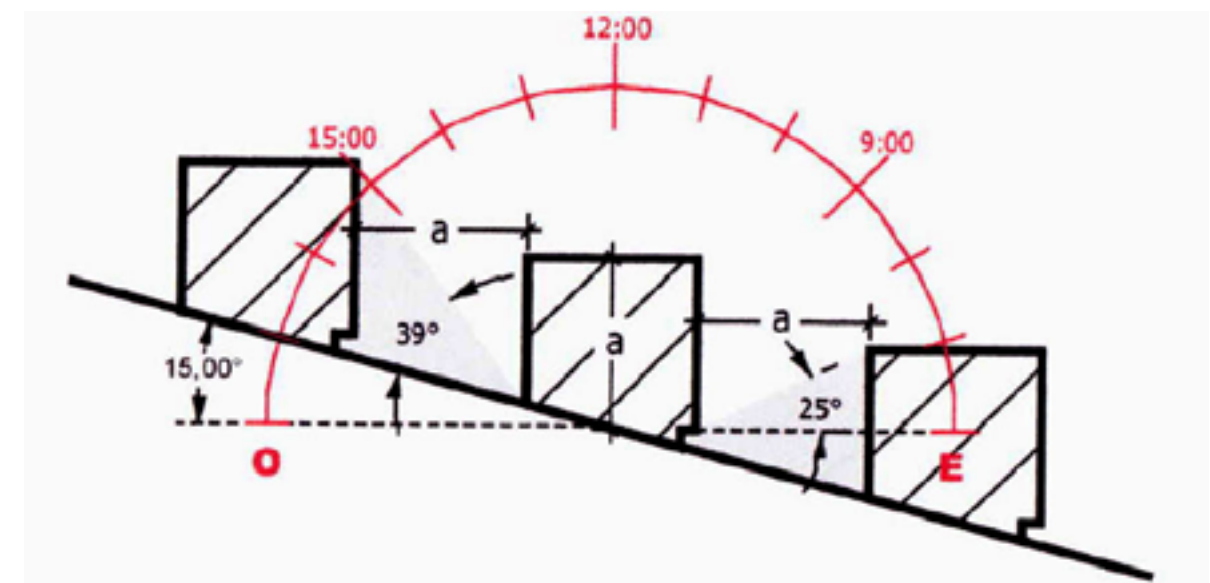


1.64

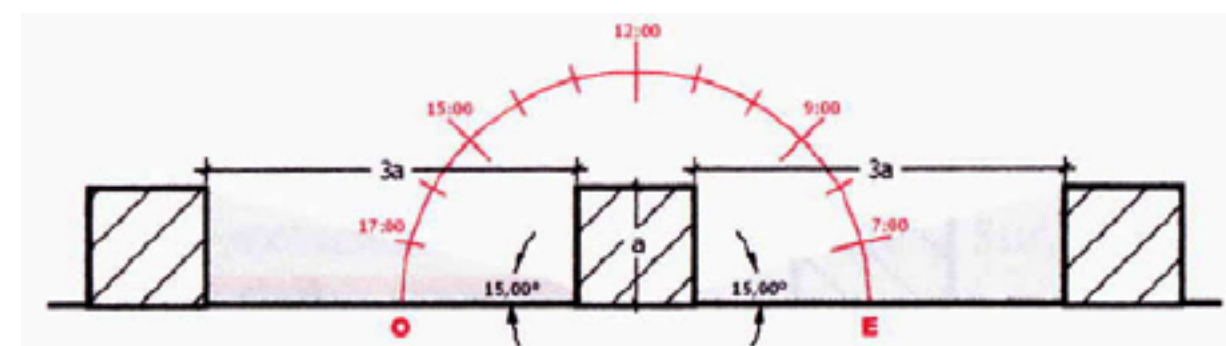
Al hablar de conjuntos urbanos las edificaciones no tienen que hacer sombra una a otra aprovechando la radiación de las mañana almacenándola para las tardes, la mayor cantidad de radiación se considera de 9:00 a 15:00, esto es para crear un menor espacio de separación entre una edificación y otra, también es de considerar esto en nuestros terrenos con pendientes al vivir en valles.



1.65



1.66



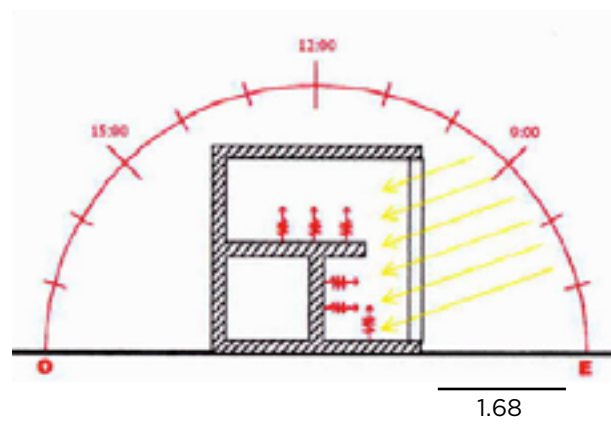
1.67



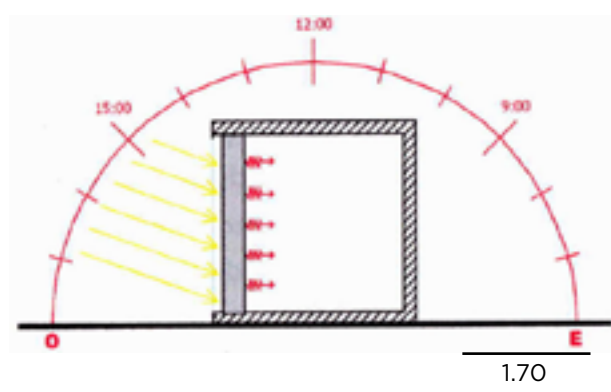
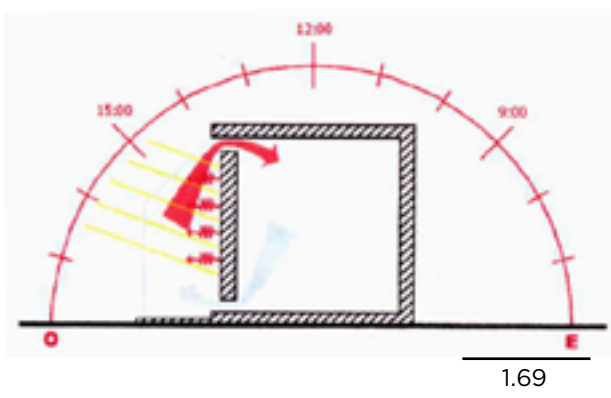
### 1.3.2 Muros

Desde el punto de vista de la arquitectura sostenible los muros son colectores que almacenan calor, controlan los sonidos altos y aíslan a la edificación de la humedad. Su función principal es la de captar la radiación solar, para esto depende su posición según la orientación, la latitud, inclinación y materialidad, por eso los muros que van a captar tiene que estar ubicados según el sol, es decir al este para captar por las mañana y al oeste captaran por las tardes, los materiales tiene que captar pero también no perder el calor rápidamente. El entorno donde se encuentra puede afectar por que podría dar sombra o tapar a los muros captadores, también es de tener cuidado en lugares con agua como lagunas que pueden dar humedad. El factor de absorción puede mejorar según el material escogido y también en un 10% el color al elegir oscuro, también para mejorar las perdidas de calor a parte del material utilizado se puede solucionar este problema con aislantes, aditivos térmicos, dispositivos móviles, etc.

Es importante captar el sol según la disposición, materialidad y la masa térmica de los muros. Hacia el Este es bueno ubicar cristal para calentar rápido los ambientes del interior desde la mañana, en el interior tiene que existir masas térmicas para que acumulen el calor, los muros y pisos tienen que ser revestidos de materiales claros para reflejar el calor, en la noche es de evitar las pérdidas de calor protegiendo el área acristalada.

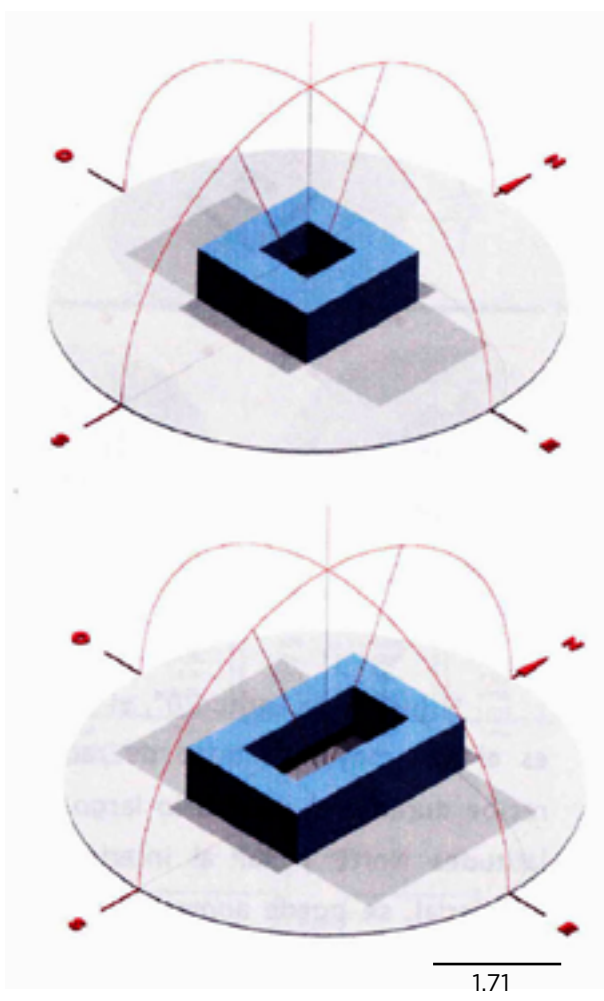


También podemos a través de masas térmicas acumular calor en las tardes al ser los muros ubicados hacia el Oeste para que pase al interior por conducción o convección en las noches, se recomienda materiales de alta capacidad calorífica como el hormigón, piedra, agua, etc. revestidos en colores oscuros. (También se puede ocupar para planos horizontales). Las masas térmicas pueden producir aire caliente que sube y puede ser aprovechado para que entre a las edificaciones y así circular el aire con aperturas debido a que el aire frío circula hacia abajo.



Los muros vegetales ayudan a reducir los ruidos del exterior, también actúan como barreras de los vientos y reducen el polvo y partículas del aire en un 75%, además de absorber el CO<sup>2</sup>.

Al colocar patios en las edificaciones vamos a poseer más muros y así una mejor distribución hacia el interior de la radiación del sol, también tenemos que considerar entonces tener mayor área en los muros de los planos Este y Oeste. Al tener patios tenemos menos superficie de cubierta y pérdida de calor por las noches pero ganamos al alargar el patio.

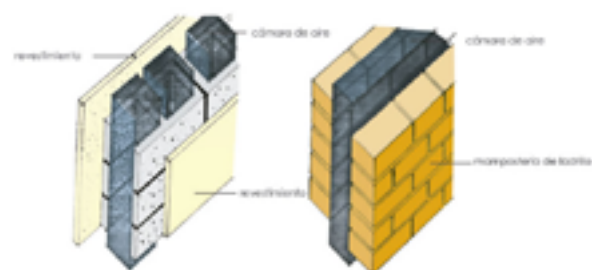


### Muros colectores

Los muros de construcción ligera no son recomendados porque absorben calor rápido pero también lo pierden, los con construcción pesada al tener mayor masa son más eficientes al contener mas al calor y pasarla a la edificación a través de la inercia térmica, esto funciona cuando durante el día se calientan los muros y en la noche sueltan este calor manteniendo un confort térmico. Los aislantes ayudan a que el calor no salga de los muros pero estos también pueden dificultar la entrada del calor. El muro es calentado al exterior primero para que luego a través de su masa por conducción la energía pase a la cara interior, esto dura un tiempo que es recomendado que sea entre 6 a 8 horas para que todo el calor que absorbe en la mañana sea irradiado por la tarde y noche donde la temperatura es menor, esta es la función de los muros colectores.

### • Muro con cámara de aire

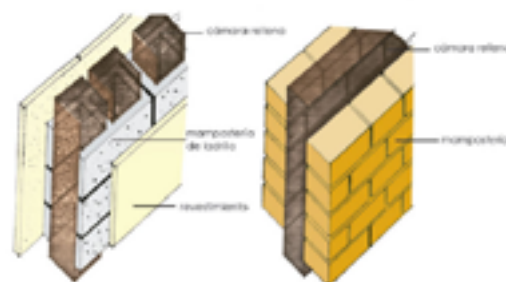
Son muros con un espacio de aire en el medio, son buenos en lugares de mucha humedad ya que esta pasa el primer muro pero por capilaridad o evaporación se elimine, el problema de esta es su baja inercia térmica y capacidad de aislamiento ya que el calor entra rápido pero también sale a través de este muro.



1.72

### • Muro con cámara rellena

Es el muro con cámara de aire pero mejora su inercia térmica, el calor se demora más en salir de él perdiendo menor de este. Consiste en rellenar la cámara de aire, esto puede ser con polietileno, fibra de vidrio, arena, grava, etc.



1.73

### • Muro Tambor

También llamado Drumwall, es un muro utilizado para lugares fríos durante todo el año, consiste en tanques metálicos llenos de agua colocados en ventanas o lugares donde tengan radiación solar para que el agua dentro de estos se caliente ya que la capacidad térmica del agua es 4 veces mayor a la del hormigón y así se necesita menos masa, las caras exteriores de los tanques tiene que ser pintados de negro mate.



1.74

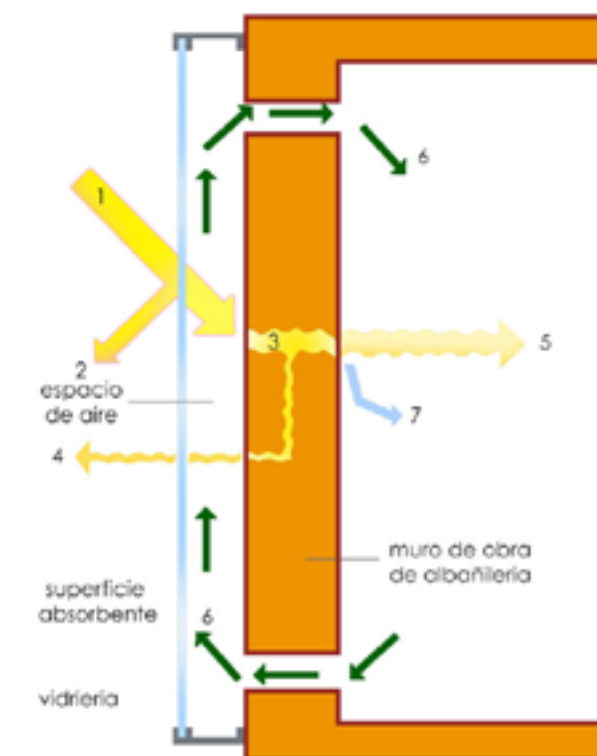
### Muros Cortina

También llamado fachada doble, son grandes superficies de cristal en fachada una contra otra creando espacio entre las dos, es más utilizado para edificios de oficinas y su diseño es importante para su funcionamiento brindando eficacia energética y confort además de ser estéticos. Consiste en una doble capa de vidrio separados por una cámara de aire, la fachada exterior brinda protección del exterior de la edificación y la interior se pueden abrir para la ventilación, el aire tiene que circular entre las dos. El objetivo es crear una fachada maciza pero que permita una total iluminación, es de cuidar la excesiva iluminación a través de elementos como lamas o elementos de sombra colocados en la cámara de aire.

### Muros Trombe

Es una combinación entre los muros colectores una combinación entre los muros colectores y cortina, es un muro utilizado para el sistema estructural de la edificación o como un elemento constructivo que acumula calor y lo almacena, esto se llama muro térmico, consiste en una pared de mampostería pintada o con un acabado oscuro preferentemente negro mate cubierta con vidrio que produce el efecto invernadero, este vidrio evita que el calor y la energía salgan y el color oscuro absorbe mayor energía solar. Así este sistema acumula energía solar en el día para ser transmitido al interior paulati-

namente por la noche hasta la mañana antes de que vuelva a salir el sol. Para nuestra ciudad es recomendable utilizarlos hacia el Oeste, así en la noche la radiación recibida en la tarde pasaría hacia el interior.



1. Radiación solar incidente
2. Radiación reflejada por una vidriera (perdida)
3. Flujo absorbido por el muro
4. Radiación emitida por el muro
5. Flujo radiante restituído por el muro después de reflejarse
6. Flujo con convector instantáneo
7. Convección de superficie

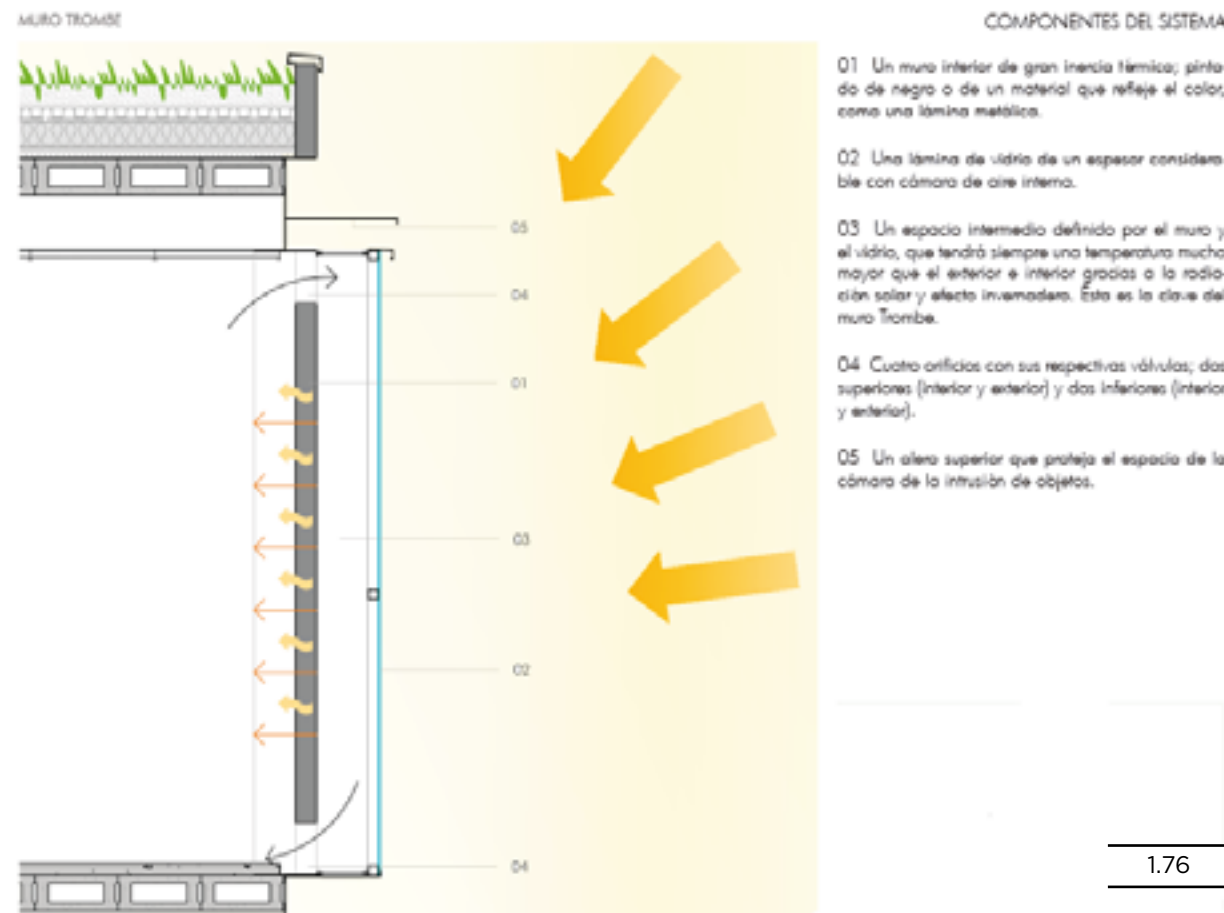
1.75



## Criterios de diseño y construcción de la arquitectura sostenible

Francisco Coellar Heredia

Francisco Coellar Heredia



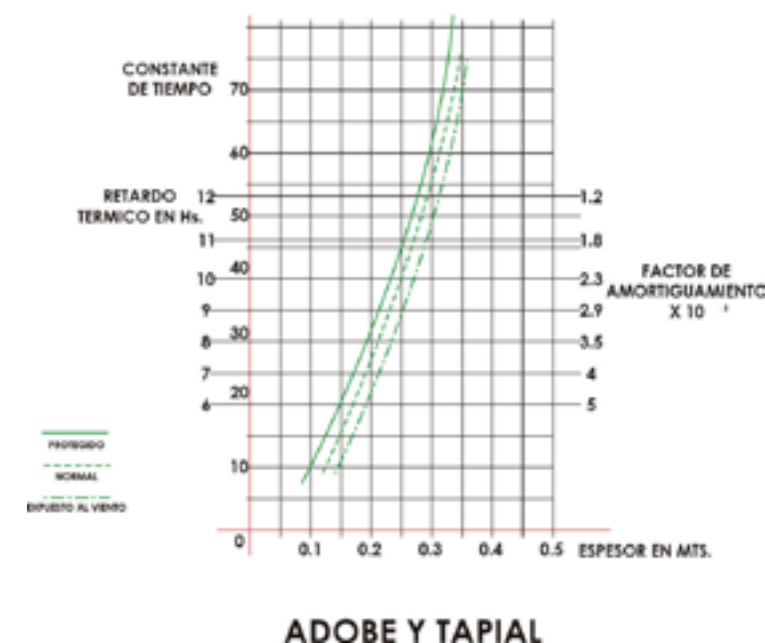
## Análisis Sostenible de los muros

Los muros condicionan el clima en el interior de una vivienda respecto al clima exterior, pueden absorber el calor e impedir que pase el frío, en nuestras condiciones actúan como depósitos del calor en el día para transmitir este a la edificación por la noche, para que esta transmisión se de en un horario que deseemos y que se de una manera eficiente depende del espesor del muro, mientras más grueso sea el muro mayor es el retardo térmico, esto es cuando se demora el muro en transmitir el calor del exterior al interior.

La constante de tiempo es la capacidad térmica total en un metro cuadrado del elemento multiplicado por su resistencia térmica desde su centro hasta el exterior. El factor de amorti-

guamiento de un material es la capacidad de transmitir el calor por conducción a través de él.

El retardo térmico depende del tiempo que este expuesto un muro a la radiación solar, el factor de amortiguamiento del material y el espesor del muro. En algunos casos el muro esta compuesto de más de un material y esto se debe realizar para cada uno y así obtener la constante del tiempo del elemento. Para nuestro clima y condiciones de la zona que nos encontramos estos gráficos se señala el retardo térmico y factor de amortiguamiento según las horas:



1.77 El adobe y tapial son muros de alta inercia térmica, sus espesores más usados están entre los 0.4 y 0.5 mts. entonces su retardo térmico es de más de 12 horas, un muro de 0.3 mts. llega a las 12 horas.

1.77

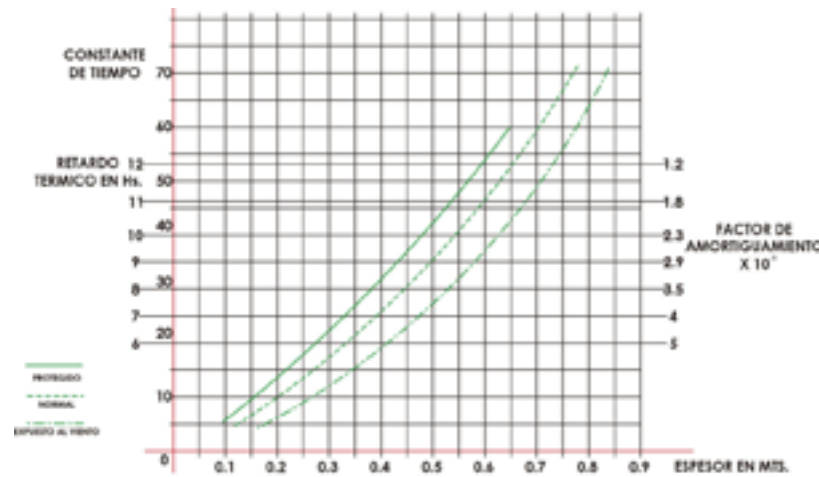
Para su construcción se recomiendan paredes entre 15 y 50cm de grosor de color oscuro, separado de este 15 a 50 cm se coloca una capa de vidrio o plástico para hacer una cámara donde no escape el calor. El muro se calienta en el día para luego irradiar calor hacia los espacios del interior de este, según el espesor del muro y el material se puede conseguir que este calor comience a pasar al interior en la noche cuando bajan las temperaturas. También se puede utilizar ranuras para que el aire caliente por convección entre al interior de una manera más rápida, es de cuidar en la noche de que se pierda calor por estas ranuras cerrándolas.

También este sistema puede calentar el aire, con una apertura en la parte inferior entra el aire frío al compartimiento entre el vidrio y el muro, se calienta con la radiación solar y sube para que por una apertura en el muro ingrese a la edificación, esto hay como controlar con la apertura y cierre de las aperturas, este efecto se llama de termosifón. Este sistema también hay como utilizarlo para enfriar ambientes cambiando el sentido de las aperturas. En edificios se puede utilizar para cualquier de las dos funciones.

## Criterios de diseño y construcción de la arquitectura sostenible

Francisco Coellar Heredia

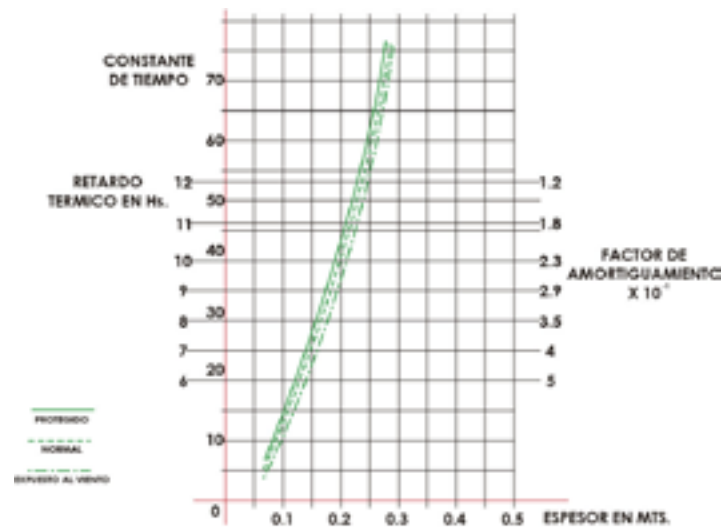
Francisco Coellar Heredia



PIEDRA

1.78 En los muros de piedra sus espesores se utilizan están entre los 0.3 y 0.4 mts. Para los muros de 0.3 mts. En estado normal su retardo térmico es de más de 5.5 horas, cuando el muro se encuentra protegido llega a las 6.5 horas, si el muro esta expuesto al viento el retardo térmico es de 4.5 horas.

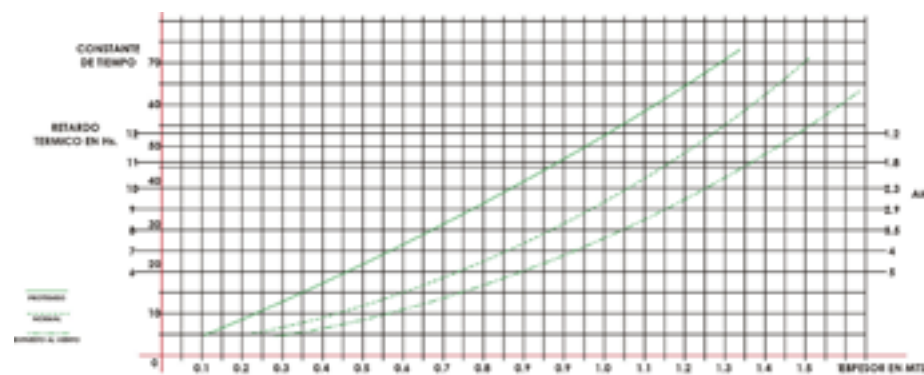
1.78



MADERA

1.79 La madera tiene una alta inercia térmica, pero aquí casi solo se le utiliza para revestimientos entonces su grosor no pasa de 0.05 mts, por esto es considerado un material de poca inercia térmica.

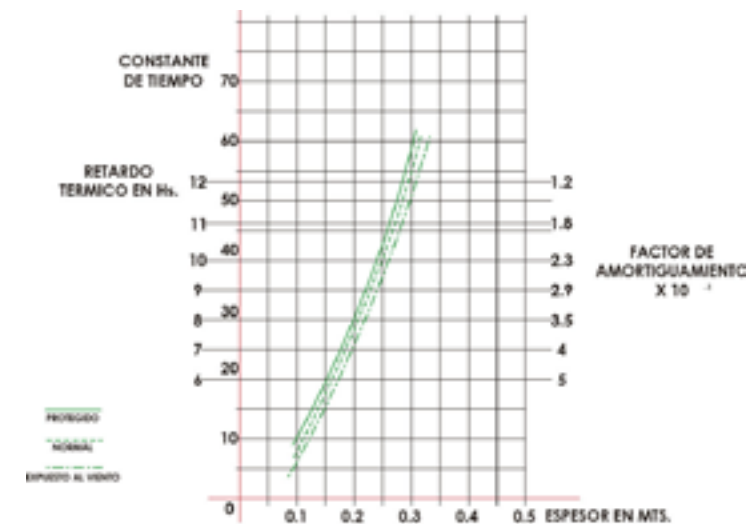
1.79



HORMIGÓN

1.80 El hormigón es un material de poca inercia térmica, sus espesores usados son de 0.1mts a 0.3 mts, presenta muy poco retardo térmico.

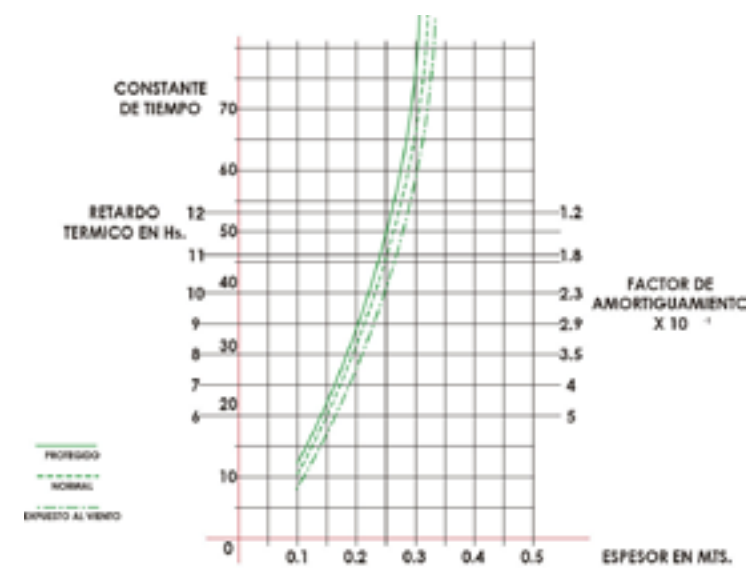
1.80



LADRILLO

1.81 El muro es un material utilizado en nuestro medio, su espesor suele ser de 0.15 mts alcanzando un retardo de 5.5 horas (5 horas expuesto al viento y 6 horas cuando se encuentra protegido), para los proyectos sostenibles se puede utilizar muros de 0.3 mts de espesor alcanzando una alta inercia térmica llegando a las 12 horas su retardo térmico.

1.81



TERROCEMENTO

1.82 Los muros de terrocemento suelen utilizarse de 0.2 mts o 0.3 mts dependiendo sus requerimientos, los muros de 0.2 mts pasan de 8 horas es su retardo térmico, los de 0.3 mts pasan de las 12 horas.

1.82

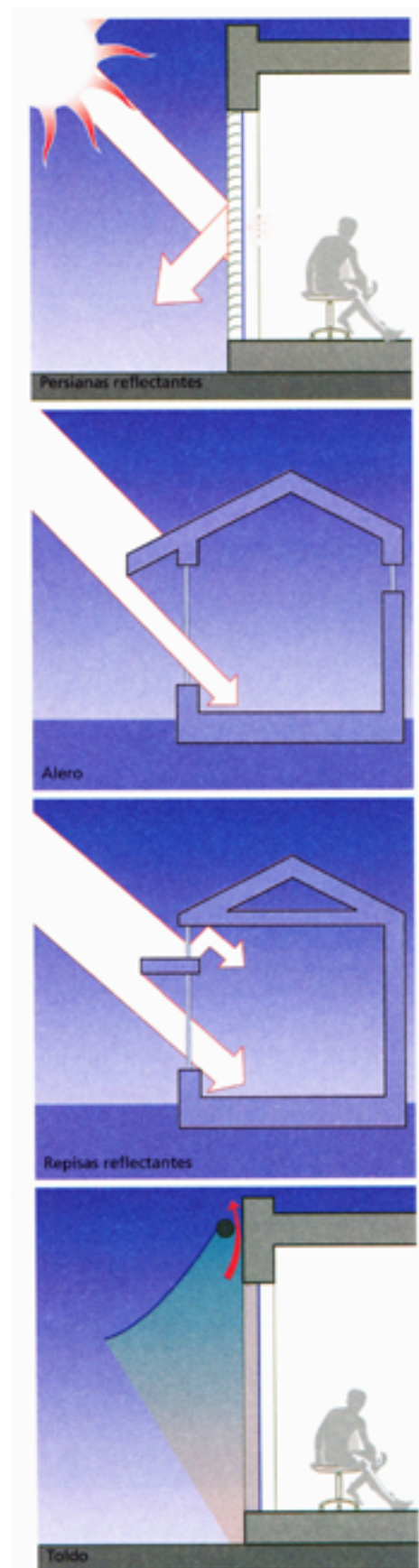


### 1.3.3 Ventanas

Existen varios elementos para dar sombra y así evitar mucha iluminación. Cuando se acumula mucho calor es importante dar sombra utilizando aleros, lamas o persianas, al este y oeste es bueno que entre la mayor iluminación posible por la posición del sol. Una solución buena para crear sombra pero a su vez que la iluminación entre al fondo de la habitación es la utilización de repisas reflectantes. Existen sistemas móviles para controlar el ingreso de la luz según las necesidades: toldos plegables, lamas móviles, persianas o cortinas, algunas de ellas también existen sistemas automatizados que responden a los cambios de ángulos del sol.

Las ventanas nos ayudan para la iluminación y la ventilación, al utilizar vidrio la radiación es absorbida en su gran mayoría pasando al interior de la edificación y reflejada un poco de ella, para varias estas condiciones depende del vidrio que utilizemos. El interior de la edificación se ilumina y el paso de la radiación al interior es captado por los elementos internos, pero también por ellos extraemos el calor interior gracias a la ventilación, por eso su diseño es importante para el diseño en la arquitectura sostenible.

Las dimensiones de los vanos de las ventanas en el día pueden producir que la radiación sobrecaliente el interior y en la noche se pierda el calor acumulado produciendo problemas en el confort térmico del interior de la edificación, para nuestras condiciones en Cuenca estos elementos no ganan mu-



1.83

cho calor, sino se pierde el calor por eso es de considerar protecciones térmicas.

La luz natural crea un confort visual y sensación de calor, por eso con las ventanas tenemos que aprovechar la luz natural que llega directamente o puede ser reflejada o difusa, la luz directa en ciertos casos puede causar deslumbramientos y los rayos del sol dañar los elementos interiores, lo mejor es la luz cenital que entra por las ventanas ya que esta puede ser controlado con distintos elementos como cortinas o persianas según las necesidades del usuario para obtener el confort deseado. La ventilación que podemos dar a través de las ventanas es indispensable para que los ambientes se aireen y así renuevan el aire interior, este movimiento de los flujos del aire enfría el ambiente por eso es recomendado que se desarrolle en la mañana y no en la tarde porque en Cuenca los vientos son mas fuertes, tampoco es bueno ventilar en la noche para que no se pierda el calor acumulado durante el día. Igual la ventilación se tiene que dar según las necesidades que presentemos, por ejemplo en la cocina lavandería y baños se necesita más que en dormitorios y la sala, se recomienda una ventilación de  $3\text{m}^3/\text{h}$  por persona. En nuestra ciudad se tiene que evitar la circulación cruzada para no perder calor, si las ventanas se encuentran hacia la dirección del viento es necesario protecciones que puede ser de vegetación, esto es al revés que en climas cálidos donde se pueden usar aparte de las ventanas sistemas de ventanillas.

La mejor ubicación de las ventanas es al este o oeste, siendo preferiblemente el este porque así los rayos del sol de la mañana purifica el aire. También es de tener en cuenta el medio ambiente exterior refiriéndonos a arboles, montañas, edificaciones, etc. que puedan tapar las ventanas de una radiación solar directa.

ORIENTACION Y PROTECCION DE VENTANAS RESPECTO AL VIENTO



a) Orientación correcta de ventana con respecto al viento



b) Protección de ventana cuando queda expuesta al viento

1.84

1.3.4 Cubiertas

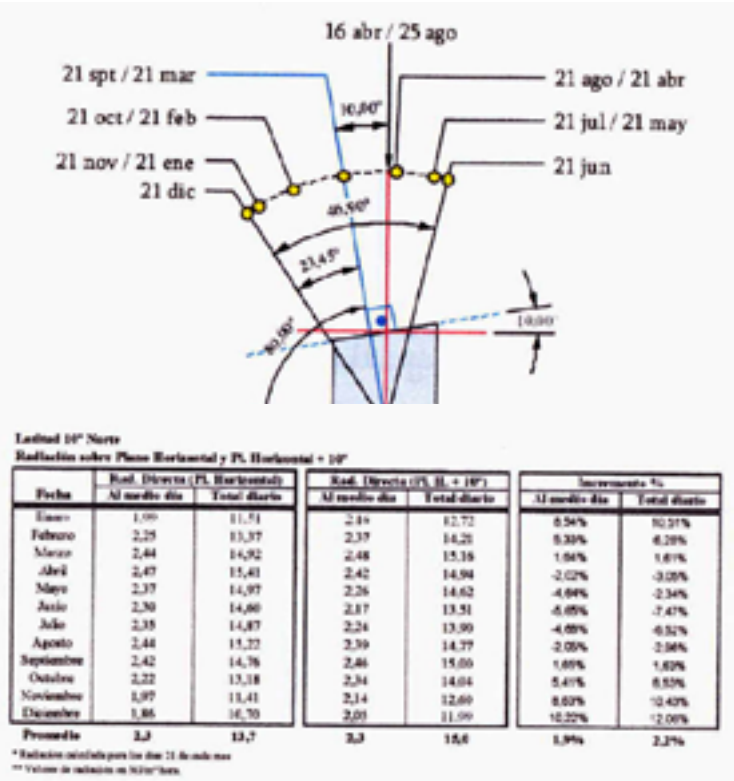
Para la arquitectura sostenible la cubierta es la superficie mas expuesta al sol brindando un intercambio térmico con el interior, esto es más aún en la zona ecuatorial donde nos encontramos. Esta expuesta todo el día sin depender de la orientación, los espacios superiores cerca a la cubierta retienen el aire caliente, el revestimiento utilizado está relacionado con la ganancia o perdida de la energía solar.

Nuestras edificaciones tienen que tener poca pendiente para aprovechar la exposición solar por más tiempo sin depender de la orientación, aunque es

mejor ubicarlas en sentido norte-sur y su pendiente en sentido del viento. Igual es de considerar que una menor pendiente significa menor volumen interior de la vivienda por lo tanto menos que calentar.

Tiene que ser analizada como un muro considerando que tiene mayor exposición solar, gana calor pero que por ella no se pierda este, siendo necesaria una buena aislación.

La zona ecuatorial no solo se presenta con una latitud 0°, también varía 10° y así podemos aprovechar esto con la inclinación de las cubiertas según el grado de la latitud de donde se ubique.

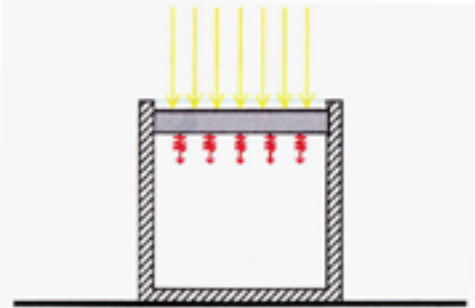


1.86



1.85

También se puede colocar una masa térmica en la cubierta para que se caliente en el día y por la noche a través de conducción irradiar el calor hacia el interior de la edificación.

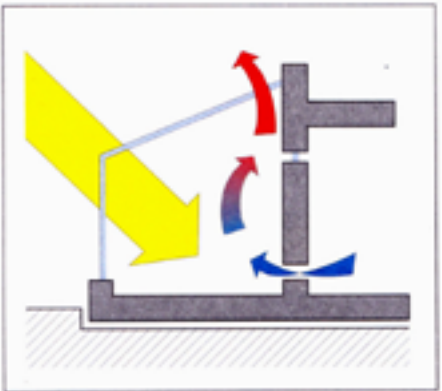


1.87

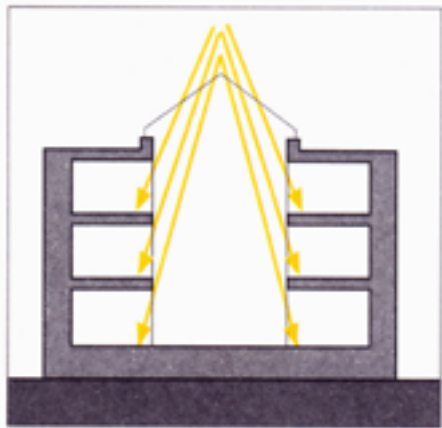
Las cubiertas acristaladas que forman atrios y galerías que son utilizadas normalmente en nuestro medio son importantes al hablar de un diseño solar pasivo. “La galería ha demostrado ser un elemento práctico y versátil de calefacción solar pasiva. Utilizando dis-

tintos enfoques que combinan la ganancia solar directa e indirecta, puede incorporarse al proyecto de un edificio de nueva planta o constituir una extensión de un edificio existente.”<sup>1</sup> Los atrios al formar patios interiores son espacios protegidos que incrementan la calefacción, además de brindar iluminación beneficiando al confort interior de la edificación.

<sup>1</sup> HERNÁNDEZ PEZZI, Carlos. Un Vitrubio ecológico, Principios y práctica del proyecto arquitectónico sostenible. Barcelona - España, Gustavo Gili, 2007. Pg. 73.

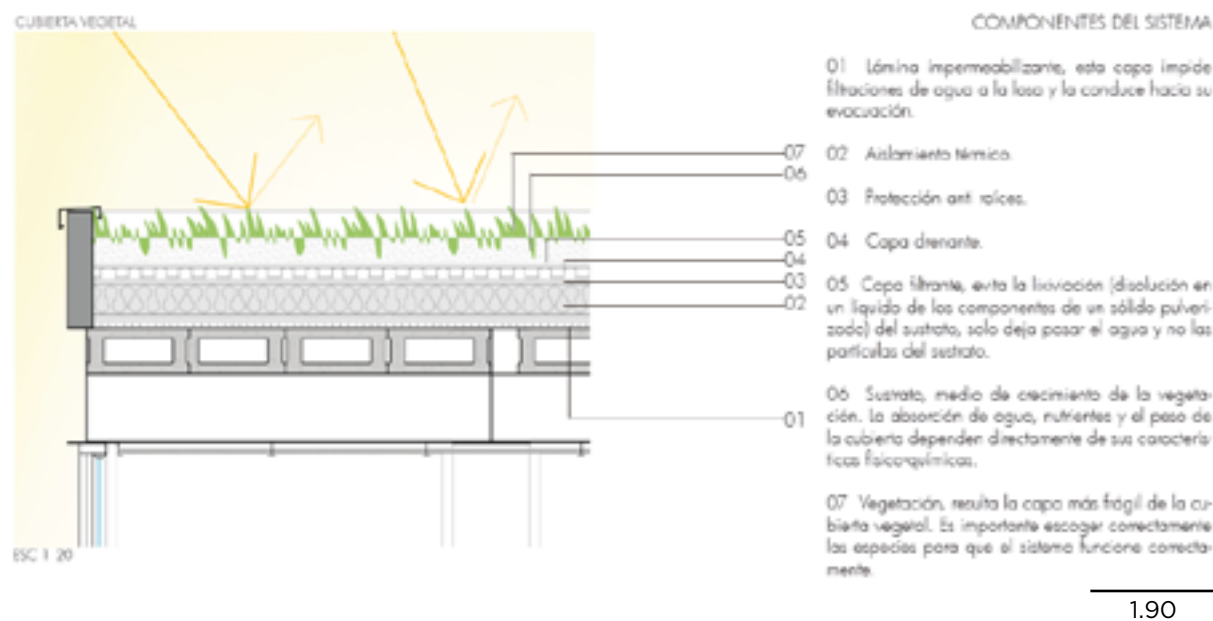


1.88



1.89





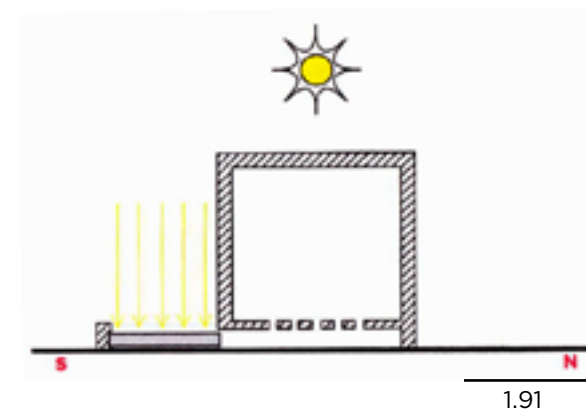
## Cubiertas vegetales

Las cubiertas vegetales se están utilizando más últimamente por su alto valor estético, pero no son solo tierra y vegetación, consiste en varios elementos para que funcionen correctamente. Es de considerar el peso que esta representa para la estructura ( $2 \text{ t/m}^3$ ), también su mantención es costoso aunque una cubierta vegetal dura más que las cubiertas utilizadas normalmente, igual sirven de masa térmica. Las cubiertas tienen que ser planas o con una inclinación no mayor a  $30^\circ$ , consiste en colocar sobre las planchas de cubierta un aislante impermeable como membranas de propileno, luego una capa geo-textil para sostener la tierra y las raíces, unos 20cm de espesor de tierra, una capa biodegradable para sostener la tierra y a las plantas, en los bordes se crean canales de grava para que funcionen de drenaje y no exista humedad. La cubierta vegetal sirve de cerramiento superior de la edificación, es un gran aislante térmico y acústico.

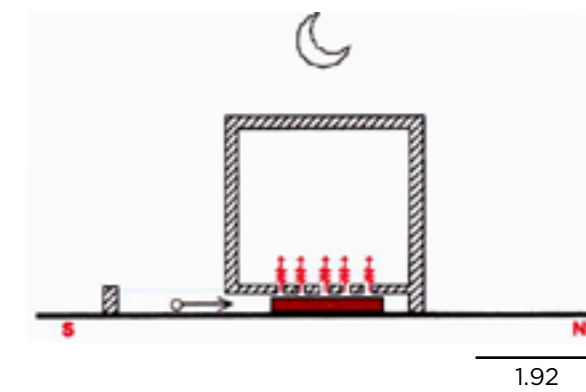
### 1.3.5 Pisos

La información y gráficos del literal 1.3.1 "Principios arquitectónicos" fueron tomadas de la Tesis de Máster "Introducción a una Arquitectura Bioclimática para los Andes Ecuatoriales" de Oswaldo Barrera Crespo en la Universidad Politécnica de Cataluña en Barcelona - España en el 2005.

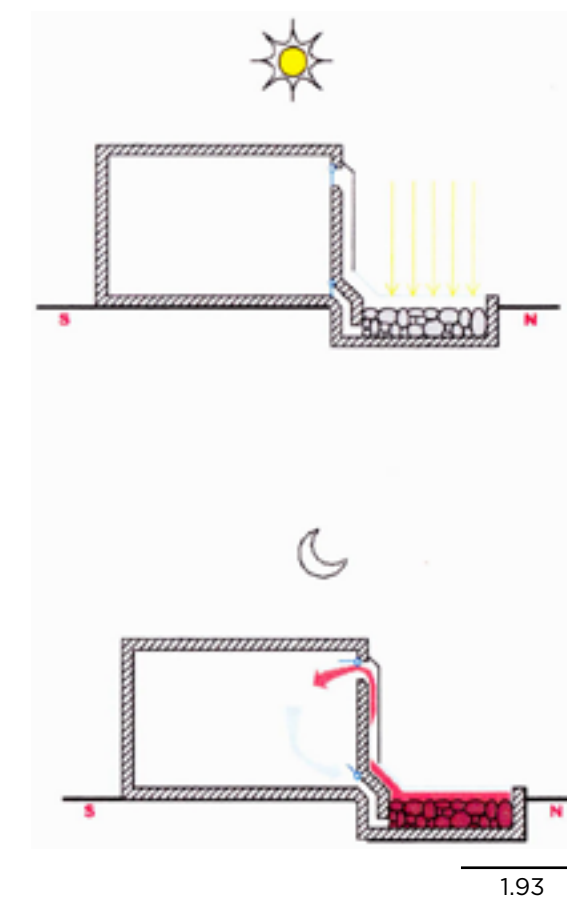
Los planos horizontales en el piso al estar ubicados a lado de las fachadas Norte o Sur no poseen sombra y pueden aprovechar la radiación del sol en el día captando la energía para luego ser llevada hacia el interior de la edificación.



Una manera es utilizar masas térmicas móviles que capten energía en el día y por las noches se coloquen en el interior irradiando el calor a través del piso.



Otro método es a través de una cama de rocas o un espejo de agua (masas térmicas) que acumulan calor en el día liberarlo en la noche por medio de un sistema de calefacción, así con unas ventanillas ubicadas una arriba y otra debajo de un ducto, situado alado de la masa térmica y la edificación, se cierran las ventanillas en el día y en la noche o cuando se necesite se abren estas y a través del efecto conectivo circular el calor.



La creación de suelos rígidos al exterior de los edificios causa problemas, cuando llueve todo el agua se escurre o es llevada a los drenajes de la ciudad causando que en fuertes lluvias se llenen provocando inundaciones en partes de la ciudad, en otras ocasiones toda esta agua va a los ríos causando desbordamientos. Tenemos que pensar en maneras de captar el agua, una de ella es la vegetación y la tierra retiene el agua como se aprecia en la naturaleza, el agua circula superficialmente a mayor velocidad causando problemas. Por eso necesitamos crear espacios verdes afuera de la edificación que además de ser más estéticos controle el exceso de escorrentías.

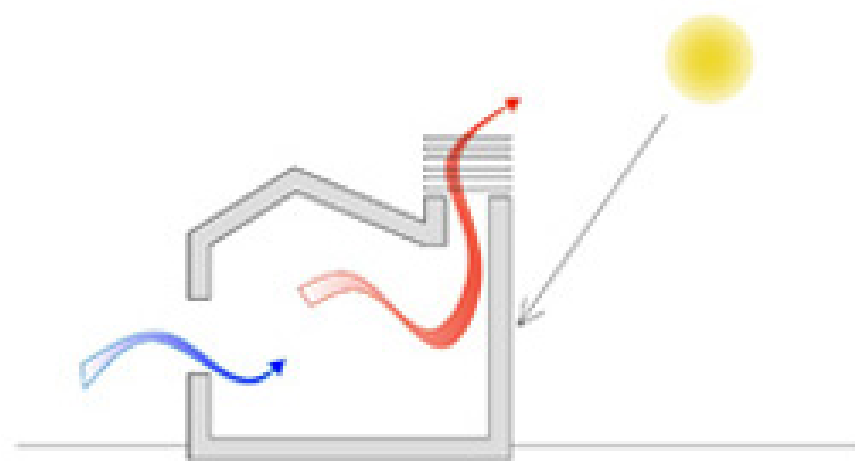
### 1.3.6 Chimeneas

En la arquitectura sostenible se utilizan las chimeneas solares, las chimeneas que conocemos sirven para climas fríos al brindar calor a través de la combustión de masa vegetal, es de considerar también la extracción del humo que puede afectar al organismo, se debe tomar en cuenta que la madera es costosa siendo no siempre la mejor solución si no es construida correctamente.

En el diseño pasivo existe la chimenea solar que se basa en la ventilación por convección del aire calentado por la energía del sol, en el día la chimenea se calienta por radiación calentando el aire en su interior, creando una corriente de aire ascendente que succiona el resto del aire refrescando los ambientes por lo tanto creando una ventilación natural.

La chimenea se tiene que encontrar mas alta que el techo, su pared tiene que estar frente al sol, dirección este-oeste, es mejor si aquí se utiliza una superficie acristalada y al otro lado de esta un material que absorba el calor. Las rejillas de ventilación de la chimenea no tienen que estar ubicadas en dirección a los vientos dominantes.

Para que la chimenea sea más eficaz puede ser utilizada junto a un muro trombe y así se puede revertir su función según la necesidad de aire caliente o frío. Si se requiere enfriar más los ambientes se pueden crear ductos subterráneos para que circule el aire por estos antes de entrar a la chimenea solar.



1.94

### 1.3.7 Domótica

Al hablar de domótica me refiero a sistemas básicos que podemos encontrar en nuestro mercado y sin altos costos representan ahorro de energía para las edificaciones.

#### Electricidad

Los sistemas de control de iluminación pueden representar un ahorro del 30 al 40% del consumo eléctrico para iluminación. En ciertos lugares como pasillos o parqueaderos solo se necesita iluminación cuando existan personas, por eso a través de sensores de movimiento las luces se prenden por un tiempo adecuado. Las células fotoeléctricas detectan la luz y así pueden prender la iluminación en las noches y apagarlas automáticamente en las mañanas, se pueden combinara también con sensores de movimiento.

Otro aspecto importante es los electrodomésticos que compramos, ahora existen los que ahorran energía siendo más eficaces en el consumo de electricidad, estos pueden ser reconocidos por el logo de Energy Star.

#### Agua

Existen varias aplicaciones que podemos utilizar en las viviendas y edificaciones para ahorrar el agua, aparte de la recolección de aguas lluvias y tratamiento de aguas grises que estas entran más en los diseños pasivos de los edificios tenemos distintos sistemas que pueden ahorrar el agua entre un 30% al 60%.

Los inodoros de doble flujo utilizan menos agua para la descarga, un inodoro normal utiliza entre 14 y 15 litros, los nuevos utilizan 6 litros para descargar sólidos y 4,5 litros para descargar desechos líquidos, también ahora existen inodoros y urinarios que no necesitan agua para su descarga.

En las duchas, lavabos y fregaderos existen los aireadores que hacen que salga menos agua por ellos pero con la misma presión, los normales consumen 18l/min pero al usar estos sistemas solo utiliza 8l/min.

Otro sistema que se utiliza más en los sectores públicos y que no necesariamente tiene que ser descartados para el uso en viviendas son los sensores de movimiento para las llaves de lavabos y fregaderos, estos por ejemplo son útiles cuando nos lavamos las manos, dientes o en fregaderos al lavar vajillas y ollas ya que el agua solo circula el momento que la necesitamos, estas nuevas llaves igual presentan la opción para dejarla abiertas sin necesidad de movimiento.

Las fuentes de energía renovable o alternativa son una opción para proyectos nuevos o existentes, ayudan a cuidar el medio ambiente al reducir el impacto ambiental y la disminución de emisiones de CO<sup>2</sup>. La energía renovable nos puede ayudar a la calefacción, iluminación, refrigeración. Existen varias pero no todas nos pueden ayudar para la arquitectura porque algunas de ellas se aplican a grandes escalas.



## 1.4 Fuentes de Energía alternativas



1.95

### 1.4.1 Sistemas solares Activos

Es la principal fuente de energía renovable, se basa en la radiación solar para captarla y transformarla a energía. Sirve de varias maneras, con ella podemos generar electricidad a través de células fotovoltaicas y calentar agua en colectores en cubiertas utilizándola de forma activa con los sistemas solares térmicos. También podemos calentar e iluminar espacios cuando se la utiliza de forma pasiva.

Los principios de arquitectura solar pasiva son más fáciles y económicos para adoptar en un proyecto ya que dependen del diseño en relación a la orientación y formas de la edificación. Es importante aprovechar al máximo la luz solar para iluminar los ambientes y así no tener que utilizar luz artificial creando gastos en los proyectos que representa casi la mitad de energía eléctrica de una edificación.

Otro sistema es el de colectores planos instalados en cubiertas para agua caliente, no es un sistema costoso y se encuentra ya en nuestro medio, son más eficientes los de tubos al vacío. Son colocados en cubiertas, por ellos el agua circula calentándose para dirigirse a tanques de almacenamiento para luego ser distribuida por la edificación.

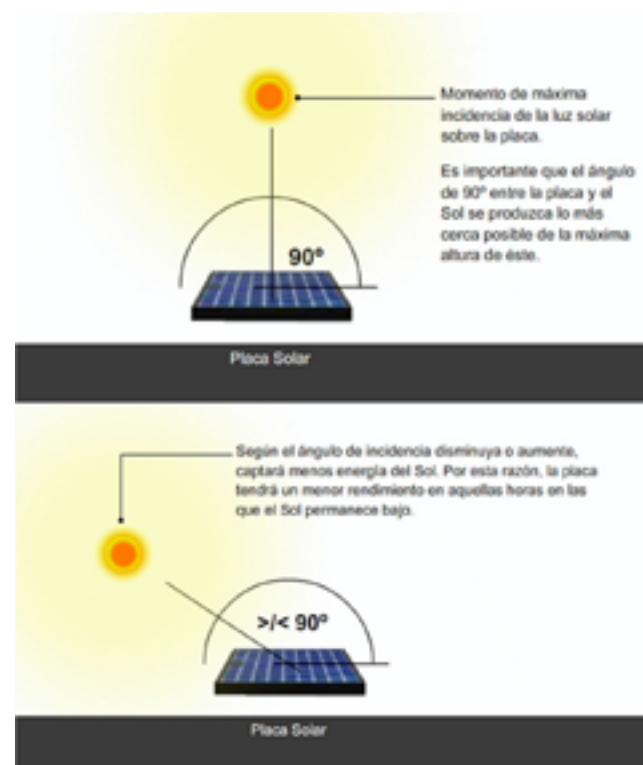
El sol es una fuente inagotable de energía y por lo tanto de vida, es de aprender a recolectar la radiación solar para transformarla en calor y electricidad, siendo una energía gratis y limpia.

### Células Fotovoltaicas

Transforman la luz solar en energía, es una energía limpia pero su problema es el alto costo de instalación, con el tiempo está bajando su precio y su uso presenta un crecimiento del 10% anual. Ahora es una tecnología costosa pero con el avance de la tecnología, la subida del precio del petróleo (para producir electricidad en plantas térmicas) y la mayor producción de ellos está bajando los costos. Se necesita conectar a baterías para que se almacene la electricidad luego o también puede ser conectado a la red eléctrica de la ciudad, en este caso en Europa los excedentes de las casas son vendidos a la ciudad por parte de los propietarios. Estos paneles en la actualidad ya pueden ser integrados arquitectónicamente como cubierta, fachadas o detalles estéticos.

Los paneles son fabricados principalmente de vidrio, aluminio y silicio que son materiales que se pueden reciclar, no producen emisiones, ruidos ni desechos. Son sistemas modulares que se pueden ir añadiendo más módulos con el tiempo para producir más energía.

En Europa su uso es más eficiente debido a que esta energía es intermitente, los vientos y la nubosidad producen bajas de energía, aquí la energía que se produce y no es utilizada ese momento se manda a la red y así cuando esa edificación necesite de energía compra a precios reducidos la ener-



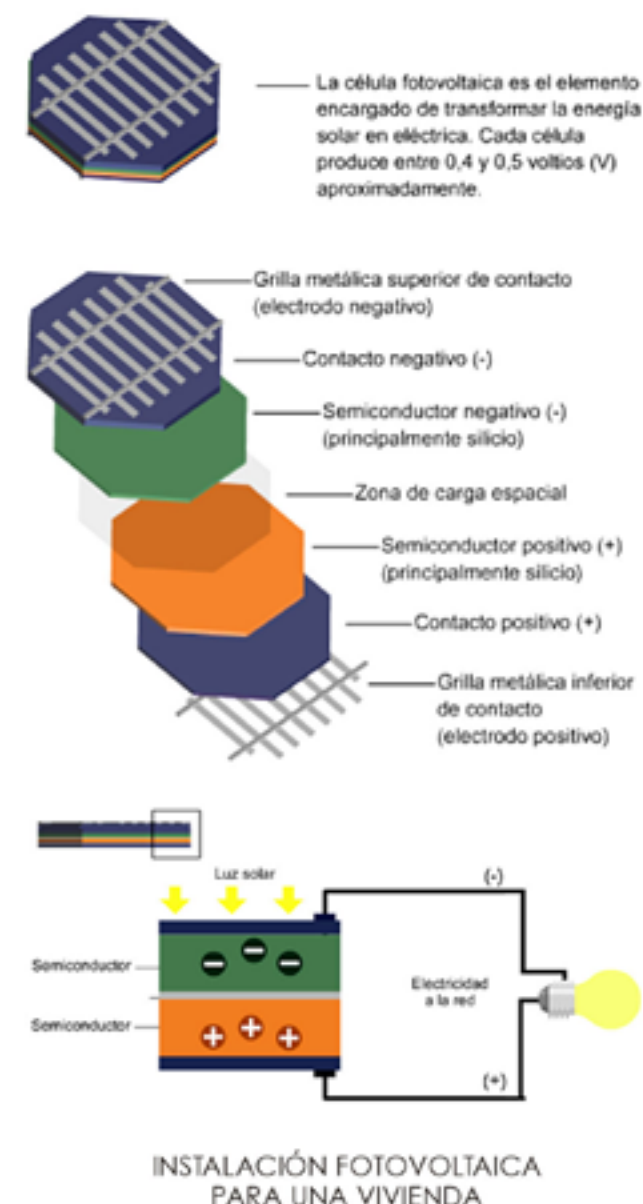
PLACAS SOLARES FIJAS

1.96

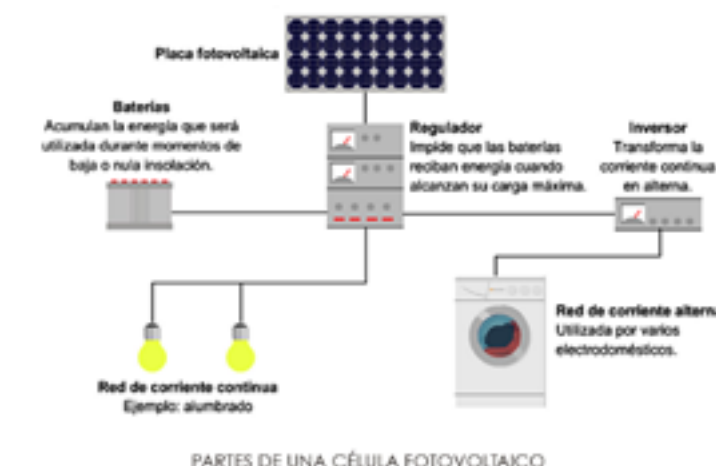
gía de la red pública, o en otros casos los excedentes son vendidos a la red a precios más elevados del coste normal del kilovatio. En cambio en otros países y en el nuestro no existe esa posibilidad y es necesario instalar baterías de almacenamiento que son costosas. La incorporación de los paneles a la arquitectura se adapta especialmente en proyectos contemporáneos creando brillo y nuevas estéticas pudiendo ser usados como paneles de fachadas inclinadas o cubiertas, existiendo de varios colores y texturas, es de considerar todos los aspectos técnicos y de instalación de los paneles para que sean más eficientes. También pueden

ser utilizados en formas curvas y a distintos ángulos pero siempre considerando la orientación referente al sol. Otra ventaja es la imagen que presenta cuando son utilizadas en oficinas o industrias para ellas mostrando la innovación y manejo de nuevas tecnologías en los proyectos.

Los paneles de células fotovoltaicas obtienen electricidad de la radiación solar, depende de la cantidad de células que tenga es el voltaje que producir. Esta recubierto de vidrio para que pase la radiación y contenga el calor. Varias células fotovoltaicas forman una placa solar. Los paneles fotovoltaicos producen corriente continua (CC) y esta tiene que ser convertida en corriente alterna (CA) a través de un transformador. Solo transforman el 15% de la energía primaria del sol en electricidad. Más o menos para producir 1 KW contante se necesita de 8 a 10 m<sup>2</sup> de paneles. Los paneles solares existen de distintas potencias, los que mas se encuentran son los de 5 W, 50-55 W y 100-110 W,



1.97 Partes de una célula fotovoltaica. CORDERO ORTIZ, Esteban. ORDOÑEZ AMOROSO, Jhonatan. Soluciones Bioclimáticas aplicadas para la vivienda. (Tesis de grado). Cuenca - Ecuador, Universidad de Cuenca, 2009. Pg. 139.



1.98 Instalación fotovoltaica. CORDERO ORTIZ, Esteban. ORDOÑEZ AMOROSO, Jhonatan. Soluciones Bioclimáticas aplicadas para la vivienda. (Tesis de grado). Cuenca - Ecuador, Universidad de Cuenca, 2009. Pg. 140.



## Funcionamiento de los sistemas fotovoltaicos

Los paneles convierten la energía solar en energía eléctrica de baja tensión, 12 voltios, la energía es acumulada en baterías para que pueda ser utilizada en la noche. La energía que se almacene depende del número de paneles fotovoltaicos, de las baterías que funcionan como acumuladores y de la cantidad de energía consumida (consumidores). Los paneles necesitan sol o luz para producir la energía, cuando existe mas sol su producción es mas eficaz, en el día tenemos de 6 a 8 horas pero por las nubes, lluvias y la translación solar (ángulo entre el sol y el panel) se calcula con un promedio de 3.5 horas. Existen paneles móviles en un eje que siguen el sol variando según su ángulo y otros en 2 ejes que además del anterior se mueven en el otro eje para seguir al sol de una manera más eficaz según los solsticios, esto puede ser manual o electrónico.

### Sistemas:

#### • Sistemas con acumuladores y con inversor (corriente alterna)

Componentes:

- 1) Panel solar fotovoltaico (generador).
- 2) Regulador (protector de batería contra descarga profunda y sobrecarga).
- 3) Batería o acumulador (reserva de energía, para consumirla por ejemplo por la noche).
- 4) Inversor (transforma la de corriente continua a corriente alterna de 110

voltios).

- 5) Fusible, interruptor y lámpara fluorescente (instalación de consumo).

Consumidores de tensión normal  
Estos consumidores utilizan el mismo voltaje de la energía publica, es decir 110 voltios corriente alterna.  
La mayoría de electrodomésticos y algunos equipos médicos se pueden conectar a través de un Inversor APS (de 12 V a 110 V) a un sistema solar.

Ventajas de consumidores 110 Voltios:

- 1) Los equipos de 110 voltios son un poco más baratos que los mismos de 12 voltios y se les puede comprar en cualquier sitio o almacén.
- 2) Posibilidad de conexión normal, es decir la más común.

Desventajas:

Hay que adquirir el Inversor APS (costo adicional).

El equipo APS es un invertidor electrónico, que principalmente transforma la tensión de 12 voltios continua a una tensión de 110 voltios alterna (como de la energía publica).

#### • Sistemas con acumuladores sin inversor (corriente continua)

Componentes:

- 1) Panel solar fotovoltaico (generador).
- 2) Regulador (protector de batería contra descarga profunda y sobrecarga).
- 3) Batería o acumulador (reserva de energía, para consumirla por ejemplo por la noche).
- 4) Fusible, interruptor y lámpara fluo-

rescente (instalación de consumo).

Consumidores de baja tensión (12 Voltios corriente continua)

Los equipos que se puede conectar directamente a un sistema solar de 12 voltios (corriente continua DC) son generalmente los que funcionan con baterías, ejemplo: radio grabadoras, Tv blanco-negro, cargador de pilas, lámparas, etc.

Ventajas de consumidores de baja tensión:

- 1) No hay la necesidad de adquirir el inversor APS (menos costo).
- 2) Posibilidad de conexión directa.

Desventajas:

Los equipos de 12 voltios son un poco más caros que los mismos equipos de 110 voltios y no se les puede comprar en cualquier sitio o almacén.

#### • Sistemas híbridos

• Sistemas con acumuladores (el motor generador funciona cuando la energía FV almacenada se agotó).

• Sistemas sin acumuladores o directos (el motor generador funciona cuando la energía FV no alcanza).

Sistema fotovoltaico híbrido (con acumuladores)

Componentes:

- 1) Paneles solares fotovoltaicos (generadores solares).
- 2) Regulador (protector de batería contra descarga profunda y sobrecarga).

3) Baterías o acumuladores (reserva de energía, para consumirla por ejemplo por la noche).

4) Inversor (transforma la de corriente continua a corriente alterna de 110 voltios y protege los consumidores de alteraciones de tensión del generador).

5) Motor generador (arranca cuando las baterías estén agotadas; suministra la energía directamente a los consumidores y al mismo tiempo carga a las baterías hasta que estén llenos; y después se apaga el motor generador.

El sistema híbrido cubre la cantidad normal de energía con el sistema fotovoltaico y solamente el pico de energía faltante será producido por el motor generador.

El sistema híbrido es mas económico en la instalación inicial que un sistema Fotovoltaico mas grande, pero el motor generador consume combustibles y necesita mantenimiento, lo que resulta a largo plazo costoso.

En este caso se calcula que el motor generador tiene que producir alrededor de 20 % de la energía pico: trabajando aproximadamente una hora, hasta que el banco de baterías esta lleno y después sigue el inversor suministrando la energía desde las baterías.

“1

1 CORDERO ORTIZ, Esteban. ORDOÑEZ AMOROSO, Jhonatan. Soluciones Bioclimáticas aplicadas para la vivienda. (Tesis de grado). Cuenca - Ecuador, Universidad de Cuenca, 2009. Pg. 144-145.

## Criterios de diseño y construcción de la arquitectura sostenible

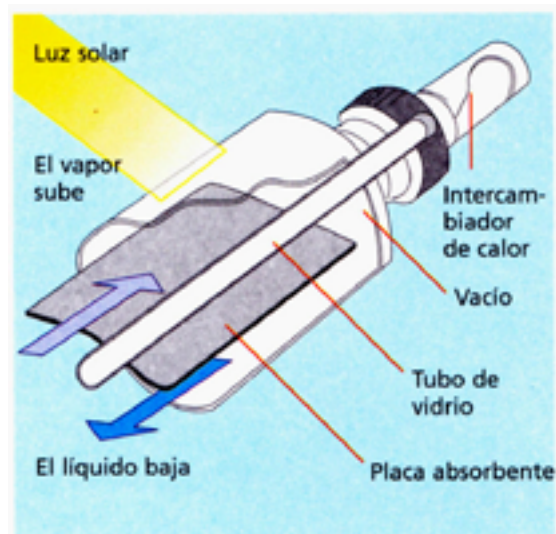
Francisco Coellar Heredia



1.99

### 1.4.1.2 Sistemas solares térmicos

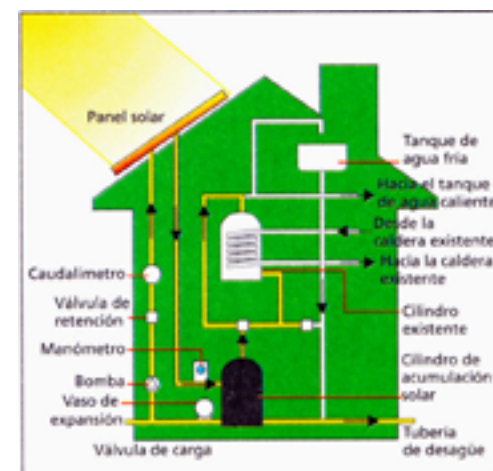
Son utilizados para el calentamiento del agua a través de la captación de la energía del sol transformándola en calor útil. Deben ser ubicadas al (sur) con una inclinación según la latitud. Para una casa se necesitara de 2 a 6 m<sup>2</sup> de colectores y un tanque de almacenamiento de 200 a 300 l. El resto del sistema es parecido a los sistemas de calefacción tradicional, se necesita un tanque de almacenamiento para acumular el agua caliente, en ciertos casos si es necesario más calor puede existir una caldera de gas.



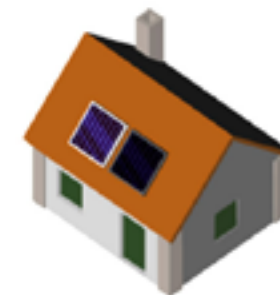
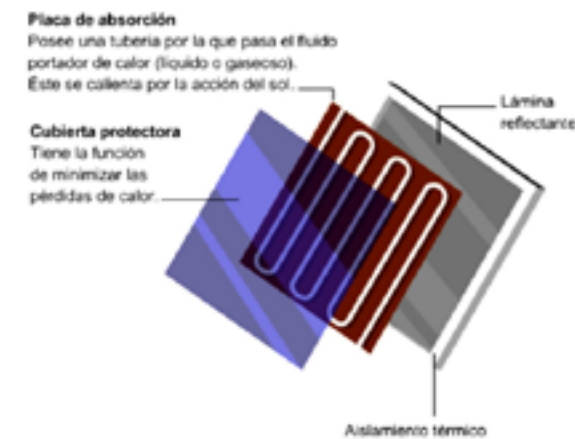
1.100 Colector solar de tubo vacío, más eficiente que los colectores planos.

Sirve para abastecer a las edificaciones de agua caliente y en ciertos casos de calefacción, puede llegar a calentar el agua a temperaturas medias de 45°C, se base en placas por donde pasa el liquido o gas para ser calentado, estas placas son estructuras que absorben la radiación y así calienta el líquido o gas que circulan por tuberías dentro de estas placas.

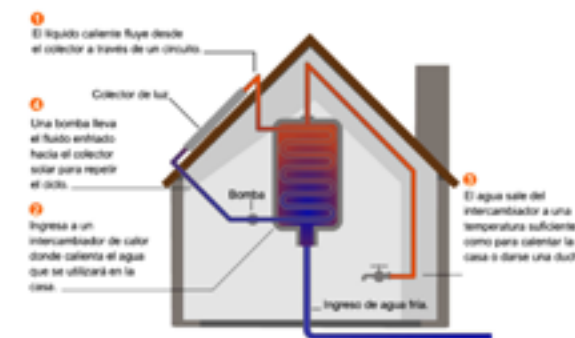
Existen de distintos tipos: la primera que es más básica y económica no utiliza una cubierta de vidrio solo tubería negra plástica o metálica donde circula el agua alcanzando una temperatura de 20°C sobre la del ambiente. Otro tipo es de colectores planos que se encuentran en una caja plana aislada, dentro de ella pasan los tubos con el agua alcanzando temperaturas de 70°C sobre la del ambiente. Un tipo más eficaz pero costoso consiste en tubos de vacío hechos de vidrio que tienen placas absorbentes para captar la energía solar transmitiéndolas al agua alcanzando temperaturas de 100°C sobre la del ambiente.



1.101 Diagrama de un sistemas solar térmico.



1.102



FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA

1.103

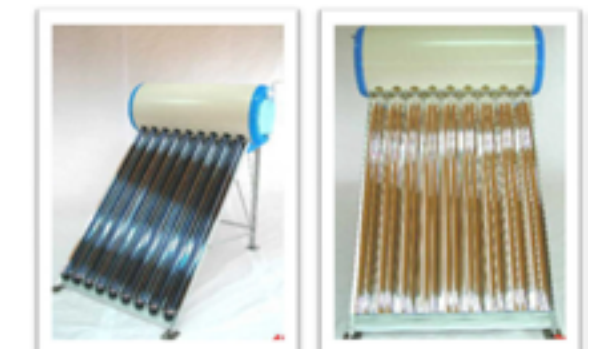
Los mejores sistemas son los de CPC (Concentración Parabólica Compuesta) ya q optimizan la luz solar concentrándola en el tubo colector generando mas calor, para optimizar el sistema en el panel igual esta un tanque acumulador llamado de termosifón, así se evita la utilización de bombas (que necesitan de energía eléctrica).



Sistema termosifón con tubos al vacío: se aprovecha la convección térmica para subir el agua al tanque acumulador.

SISTEMA TERMOSIFÓN

1.104

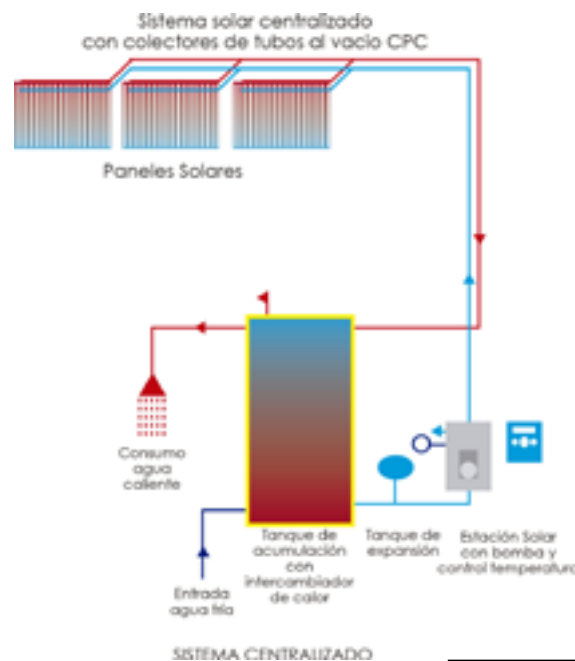


1.105



1.106





1.107

Una relación entre los costos del agua caliente comparada con el sistema solar de termosifón en nuestro medio:

- “El sistema TERMOSIFON de 190 litros (modelo TS190) sirve para las duchas con agua caliente de 4 a 5 personas y tiene un costo aproximado de 800 US\$.
- El costo de un KWh (kilovatio hora) de energía eléctrica pública en el Ecuador es de unos 0.20 US\$ (incl. impuestos directos e indirectos).
- El consumo de energía eléctrica para la ducha de una persona es de aprox. 1.25 KWh por día.
- Los cinco personas consumen entonces 6.25 KWh por día, con un costo de aprox. 1.25 US\$ por día.
- El consumo de energía le cuesta a la familia 37.50 US\$ por mes.
- Al año tienen que pagar para su agua caliente de las duchas la suma de 450.00 US\$.

- Dividiendo los aprox. 800 US\$ del sistema TERMOSIFON por el costo anual de energía eléctrica de 450 US\$, resulta en 1,8 años.
- Se paga el costo del sistema TERMOSIFON en aprox. 1,8 años. Entonces la familia, que esta usando el sistema TERMOSIFON tiene su agua caliente después de menos de 2 años GRATIS.”<sup>1</sup>

#### 1.4.2 Bio - digestores

La biodigestión es un proceso que produce biogás y bioabono como resultado de tratar los desechos orgánicos, su tamaño depende de los desechos que se utilicen y el uso que sea requerido. Los desechos vegetales y el estiércol al ser mezclados con agua en una relación 1:4 se fermentan produciendo gas metano y el restante sirve de abono rico en fósforo, nitrógeno y potasio. No son sistemas caros y tienen larga vida útil.

El biogás es parecido al gas derivado del petróleo (GLP), puede ser utilizado para generar electricidad o cualquier aparato de combustión de gas (estufas, calderas, hornos, secadoras, etc.) a través de sistemas adaptados ya que este gas no tiene presión alta, esto evita la utilización del gas metano que contribuye en un 12% al calentamiento del planeta.

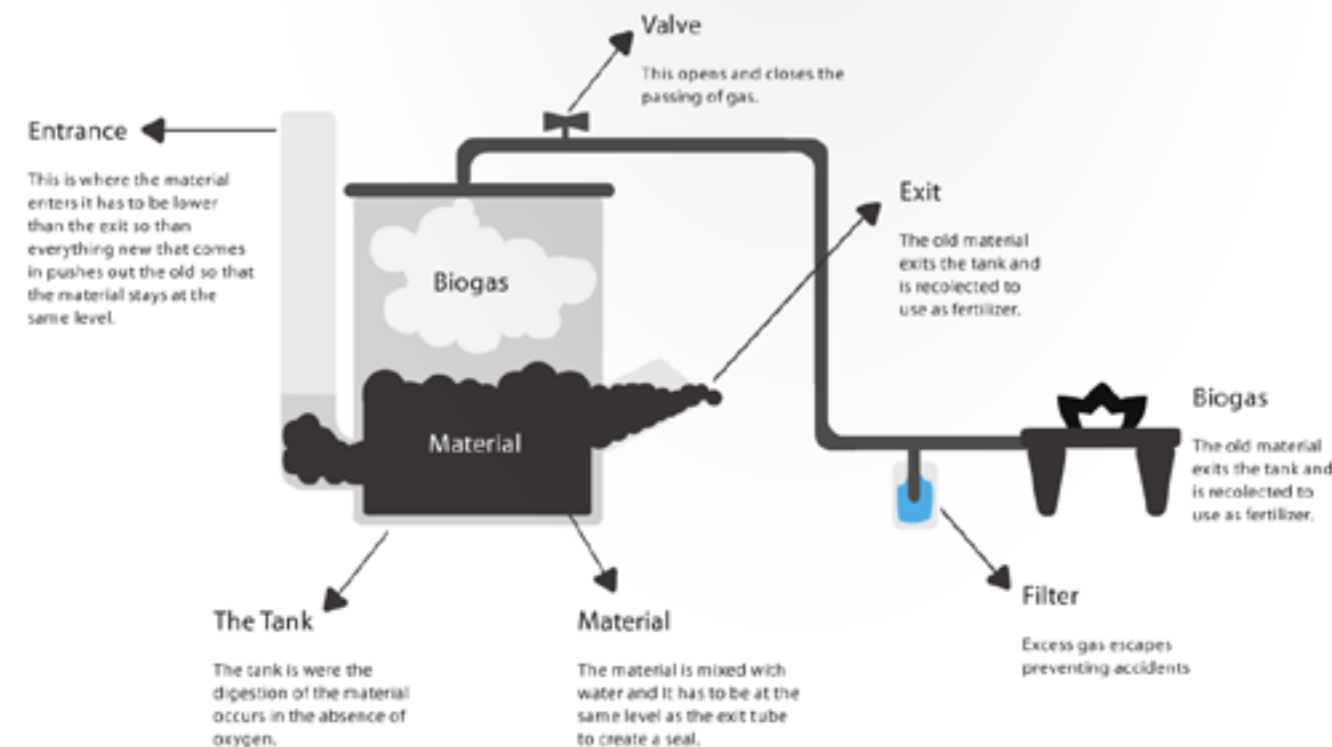
<sup>1</sup> CORDERO ORTIZ, Esteban. ORDOÑEZ AMOROSO, Jhonatan. Soluciones Bioclimáticas aplicadas para la vivienda. (Tesis de grado). Cuenca - Ecuador, Universidad de Cuenca, 2009. Pg. 153.



1.108

#### The Cardboard Puzzle

This is the first course of the idea workshop. With simple modules that represent each piece of the biodigester we can show where each piece goes and also show how it works.



1.109

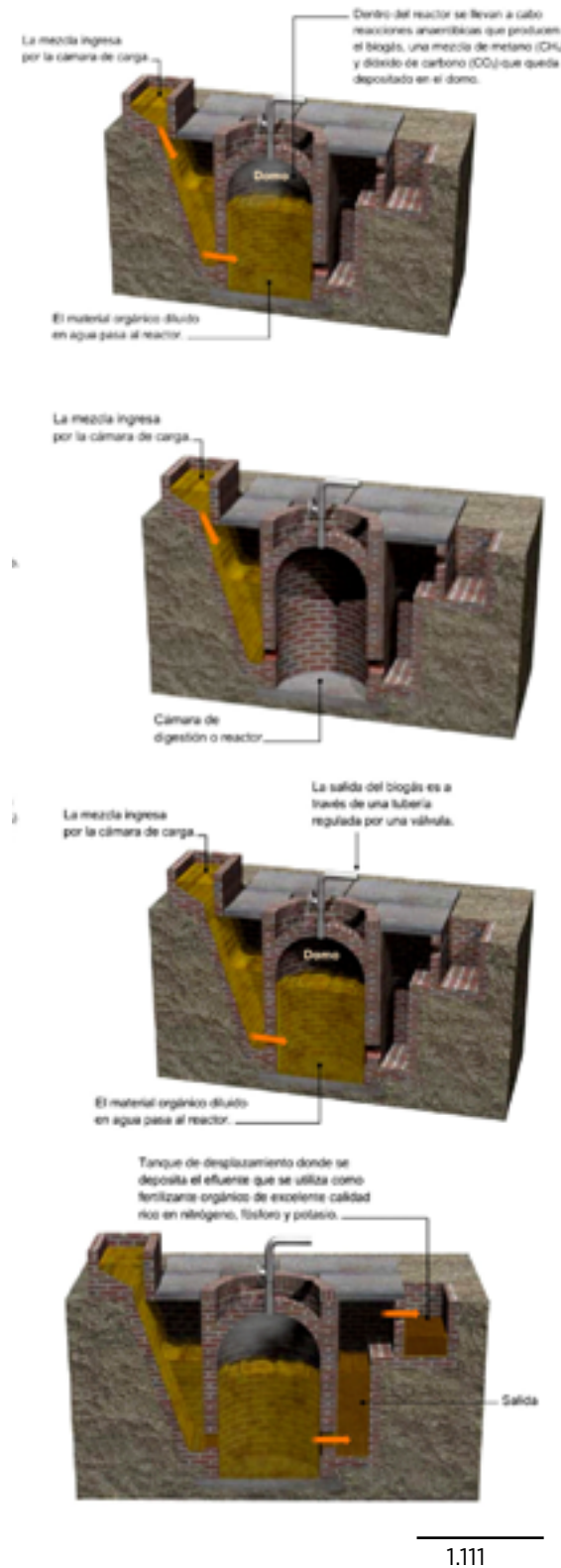
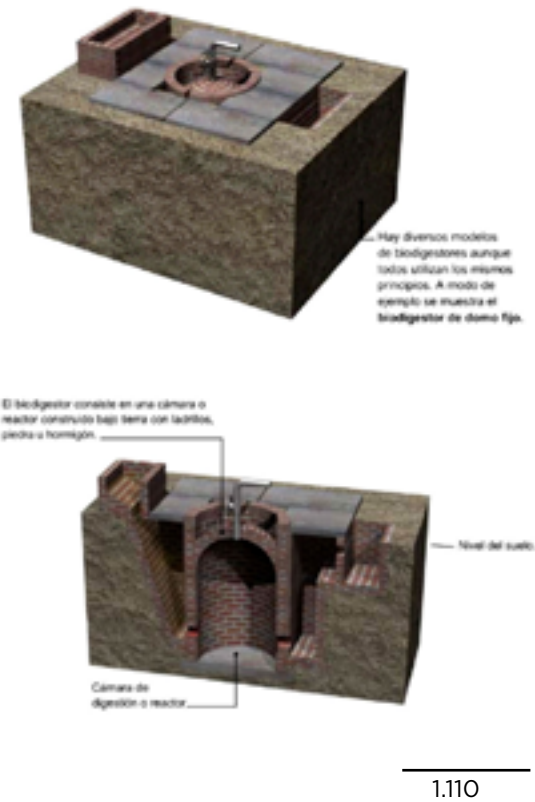


## Criterios de diseño y construcción de la arquitectura sostenible

Francisco Coellar Heredia

Francisco Coellar Heredia

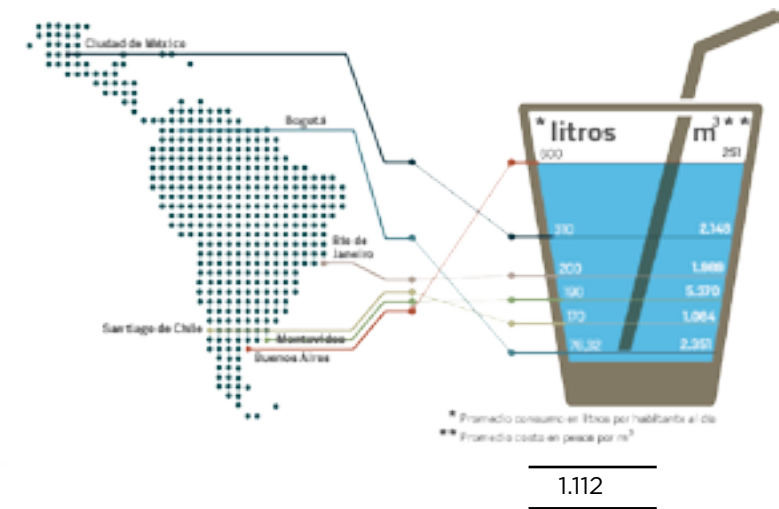
Consiste en un contenedor o reactor hermético donde se deposita la materia orgánica como excremento y desechos, estos se fermentan con agua y producen gas metano y fertilizantes. Necesitan de una cámara de carga y una de nivelación de agua antes del reactor, también dispositivos para almacenar el biogás y cámaras de hidropresión y pos tratamiento luego del reactor. Para un mejor funcionamiento la temperatura interior tiene que estar entre 30°C a 35°C, no tiene que existir oxígeno, se necesita bastante humedad.



### 1.4.3 Agua

Existen varias maneras de ahorrar en el agua en las edificaciones, así mismo como reciclar agua dentro de las edificaciones o el uso de las aguas pluviales.

El agua en nuestro medio existe en abundancia pero no por eso tenemos que desperdiciarla, nuestros valores de consumo son elevados, los consumos medios globales es de 150 l al día, y eso tenemos que concientizarnos para consumirla menos, tenemos que pensar en uno de los problemas del calentamiento global es la escasez de agua y sequías que se están creando en el mundo por eso los arquitectos tenemos que utilizarla de una manera más eficiente incorporando su utilización con nuevos métodos dentro de los proyectos





“Medidas para la preservación de los recursos hídricos

### Tecnología:

- Grifos con limitador de caudal
- Grifos automáticos
- Inodoros de doble descarga
- Inodoros de compostaje o succión
- Urinarios sin agua
- Urinarios con descargas activadas por sensores
- Sustitución de las bañeras por duchas
- Electrodomésticos de bajo consumo de agua

### Sistemas de aguas grises:

- Recuperación de aguas residuales (agua reciclada)
- Recuperación de agua pluviales in situ

### Ingeniería:

- Pavimentos permeables que permiten el aprovisionamiento de los acuíferos
- Paisajismo que permita la infiltración del agua de lluvia
- Retención del agua de lluvia en áreas permeables de captación para prevenir avenidas

### Gestión:

- Control del consumo (mediante contadores)
- Detección de fugas
- Educación<sup>1</sup>

<sup>1</sup> EDWARDS, Brian. Guía básica de la sostenibilidad. Barcelona - España, Gustavo Gili, 2005 (2.ª ed., 2009). Pg. 101.

### Aguas pluviales

El principio de la recolección del agua pluvial es recuperar esta agua para almacenarla y utilizarla en distintos usos, para eso es de considerar ciertas características. Los tanques de almacenamiento al ser grandes, ocupar espacio y ser pesados es mejor ubicarlas en sótanos o bajo la edificación. El agua no es potable por eso esto limita sus usos. Para su utilización tiene que ser considerada desde el proyecto por las instalaciones que demanda. También se puede reciclarla el agua o reutilizarla para usos que no se necesite agua potable, es de tratarla y esta sirve para jardinería y usos exteriores.

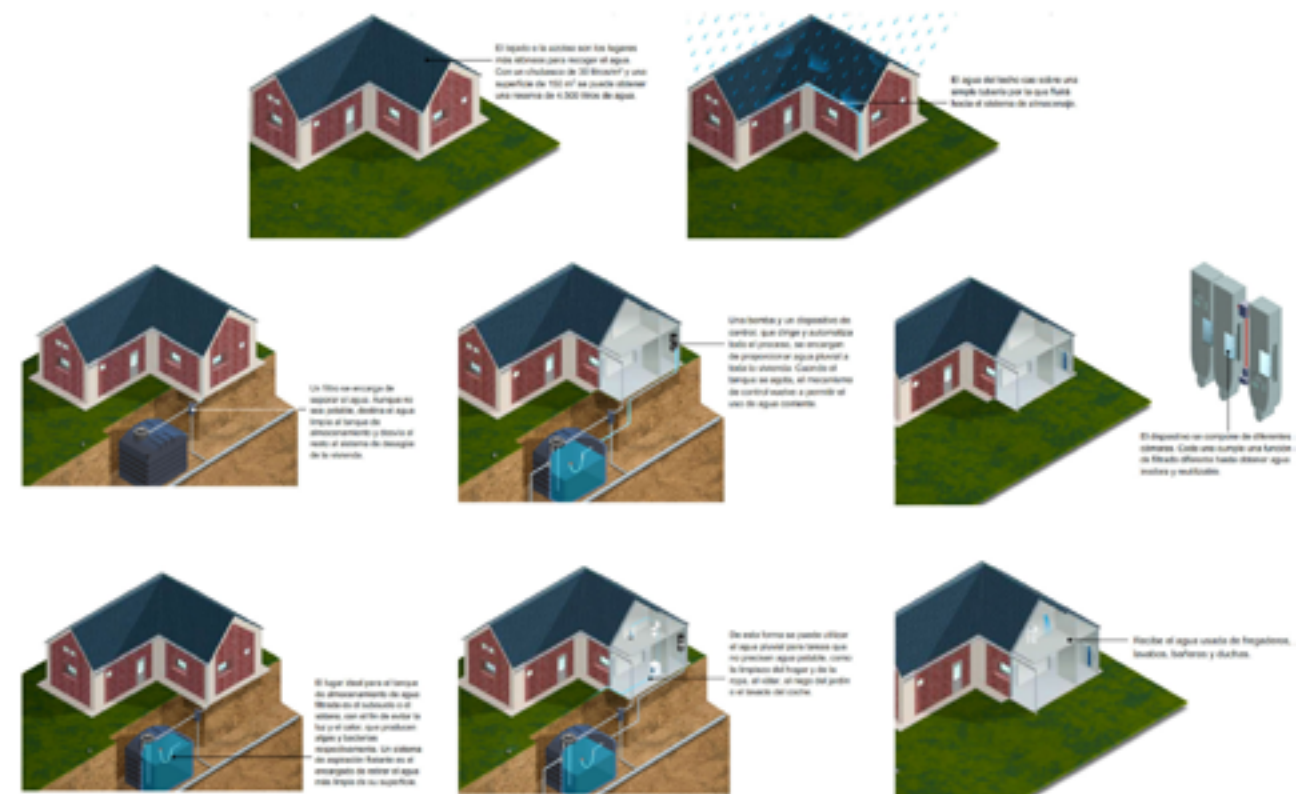


1.114

En las edificaciones no es necesario que todo el agua que utilizamos sea potable, desperdiciando esta, podemos recoger agua lluvia para luego distribuirla, también el agua potable que utilizada puede ser tratada para ser mezclada con el agua lluvia, a excepción del agua utilizada para higiene y cocinar. Requieren sistemas independientes de tuberías y drenajes para no mezclarlas y que puedan ser utilizadas adecuadamente, así se crean 3 depósitos: agua pluvial, efluentes tratados y agua potable de la red urbana.

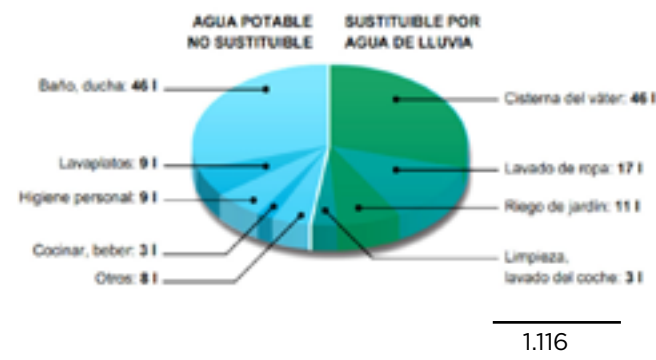
El agua pluvial se recolecta en los techos para luego ser filtrada y almacenada en depósitos o cisternas, luego tiene que ser bombeada hacia los

puntos donde se ocupe, sirve para la descarga de los sanitarios, lavadoras, agua para la utilización exterior y riego de jardines (no para beber en ningún caso), también para sistemas de calefacción. No es agua pura debido a que las zonas urbanas no son limpias y contiene impurezas y contaminación que se deposita en los techados (polvo, hidrocarburos, dióxido de azufre, óxidos nitrosos, etc.), por esto en las llaves que se utiliza esta agua debe estar indicada. También es recomendable desechar los primeros milímetros de lluvia a través de sistemas. Según las necesidades, pluviometría de la zona y superficie de captación se dimensionan el sistema



1.115

El promedio de consumo de una persona diaria es de 150 litros de agua, la utilización del agua lluvia puede sustituir la mitad de este consumo

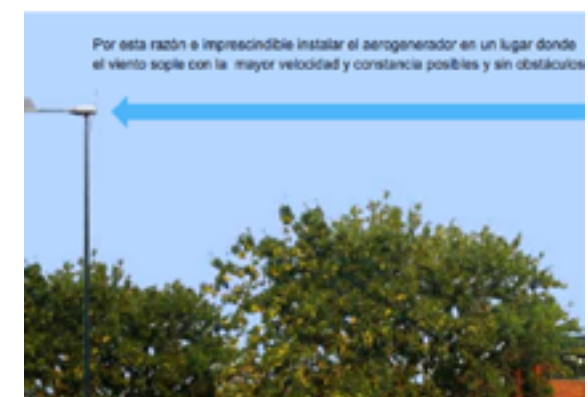


#### 1.4.4 Energía eólica

Se basa en aprovechar el viento para generar electricidad, no es una tecnología costosa sino que en nuestro medio prácticamente no se utiliza, también pueden ser utilizadas para ventilar o bombear agua. Es de considerar la ubicación para que pueda ser instalada ya que no en todos lados el viento es suficiente. Es una energía cinética, el aire se mueve por la diferencia de temperatura entre la tierra y el mar creando el viento que es medida según su velocidad. El viento era utilizado desde la antigüedad en los barcos de vela, molinos para moler granos transportar agua.

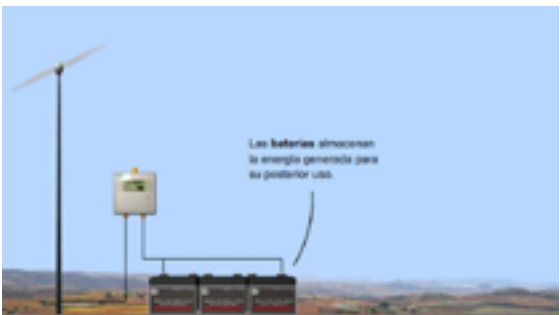
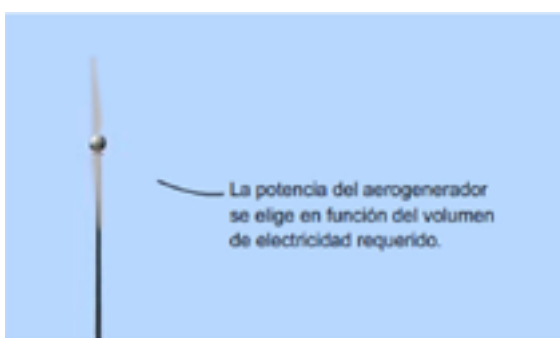
Al igual que la energía solar los excedentes de electricidad se pueden mandar a la red y ser comprados luego cuando haga falta, o ser utilizadas los 2 sistemas conjuntamente ya que los días que no son soleados están ventosos normalmente. Esta tecnología crece a nivel mundial en un 20% anual al ser una energía limpia que protege al medio ambiente.

Para las edificaciones es mejor la utilización de micro-turbinas o micro-generadores, la producción de energía eólica comenzó con grandes aerogeneradores utilizados en granjas de viento, se llamaban así porque se necesitaban varios para producir suficiente energía. Para incorporar en la arquitectura se crearon a pequeña escala, llegan a producir 750 vatios de energía al año, son colocados en las cubiertas. Para el uso domestico existen aerogeneradores de un diámetro de 1m a 5m capaces de generar 400W a 3,2KW, necesitan vientos de 11km/h para arrancar y su funcionamiento es optimo con vientos de 45km/h.





Criterios de diseño y construcción de la arquitectura sostenible  
Francisco Coellar Heredia



1.119

1.120 Esquema de instalación unifamiliar.



Los aerogenerador tienen que ser estudiados según la velocidad del viento y el lugar a ser ubicados para que su funcionamiento sea óptimo, las aspas tiene un ángulo para que el viento las mueva y giren, en el eje de las aspas esta la turbina que genera electricidad por medio de un generador.

## 1.5 La Edificación Sostenible

Es de diseñar edificios de bajo consumo energético, es decir que sean eficientes en el consumo de los recursos, principalmente energéticos, con la ayuda de las nuevas tecnologías. Los recursos que tenemos que considerar son los naturales, el agua, el suelo, los materiales y el trabajo humano.

En las edificaciones compactas juntas entre sí el calor se pierde menos debido a que es transmitida de una a otra, así los proyectos de viviendas económicas representa menos pérdida de calor, es decir donde exista mayor densidad se aprovecha más la energía. La construcción debe estar aislada para que en el día absorba la radiación solar y este no escape por la noche. Otro factor a considerar es la orientación para que el edificio tenga una exposición solar máxima y que los vientos predominantes choquen en lo mínimo posible, también el paisaje se puede utilizar como protección y abrigo.

Para cumplir todo esto es recomendable ciertas características en el diseño de la vivienda sostenible, la profundidad de la planta no tiene que ser de más de 12 m, la luz solar entra eficazmente según el diseño de forma y vanos, una orientación norte-sur del eje principal para que disponga de sol en los costados, el ángulo de obstrucción solar no mayor a 30°, edificios preferiblemente entre 3 y 4 pisos de altura.

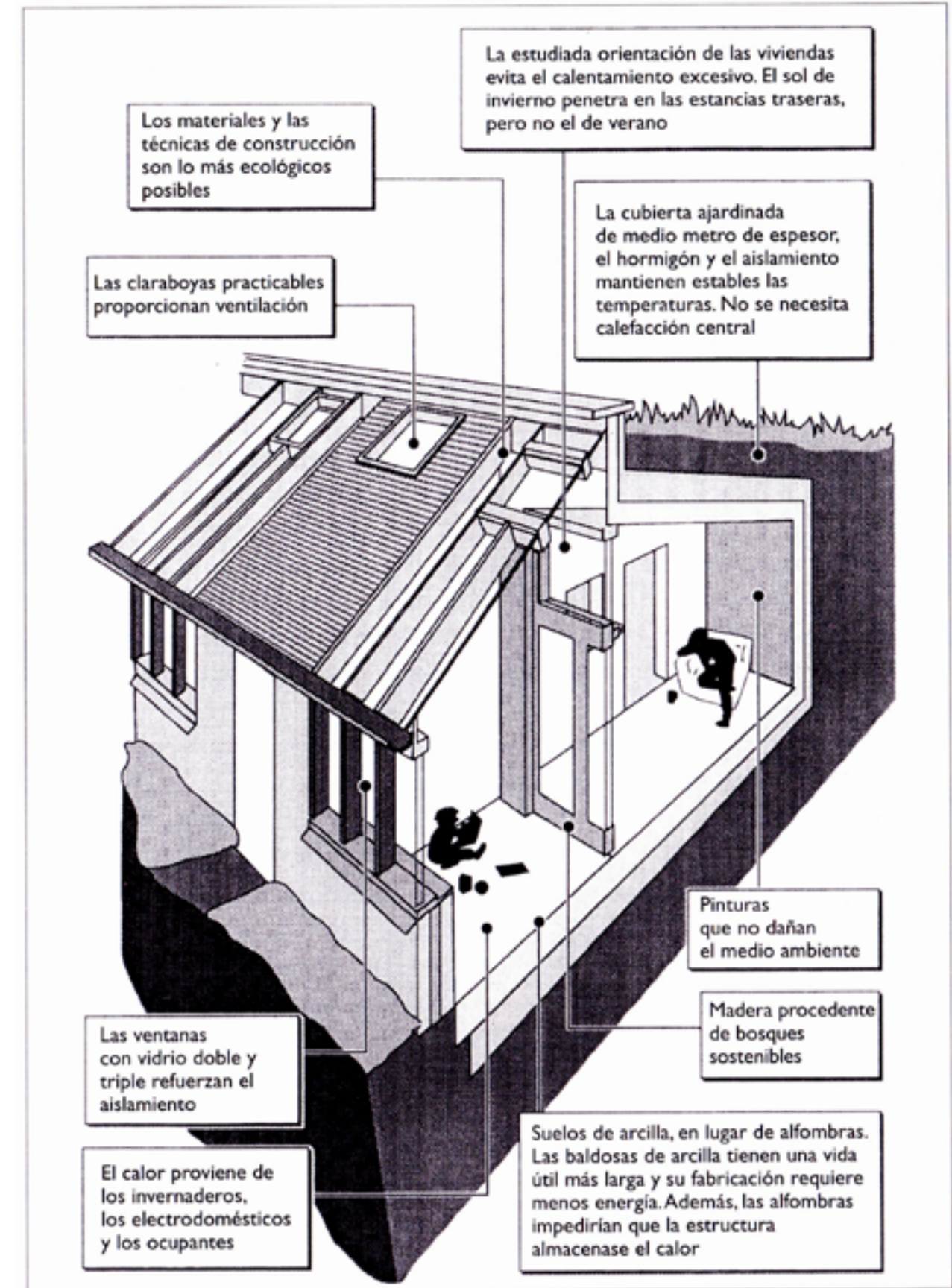


1.122



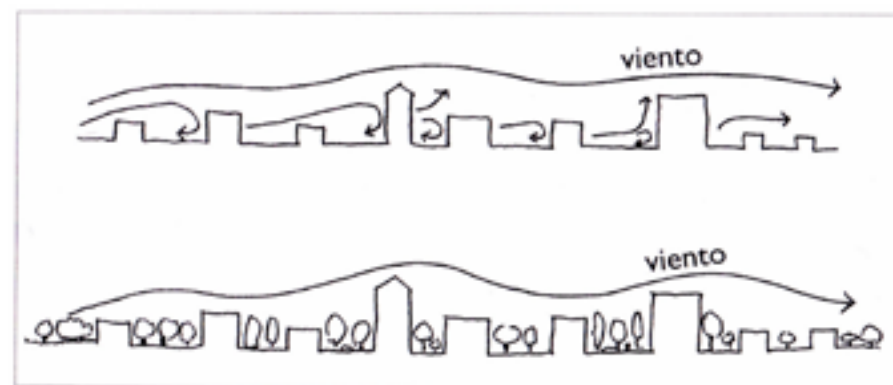


1.123



1.124

“Plantar árboles en los espacios entre edificios contribuye a mejorar el micro-clima y, por tanto, la eficiencia energética de los edificios.”<sup>1</sup>



1.125

“Efecto “isla de calor urbana”. Los edificios altos y aislados quiebran la burbuja de calor y generan un mayor consumo de energía.”<sup>2</sup>

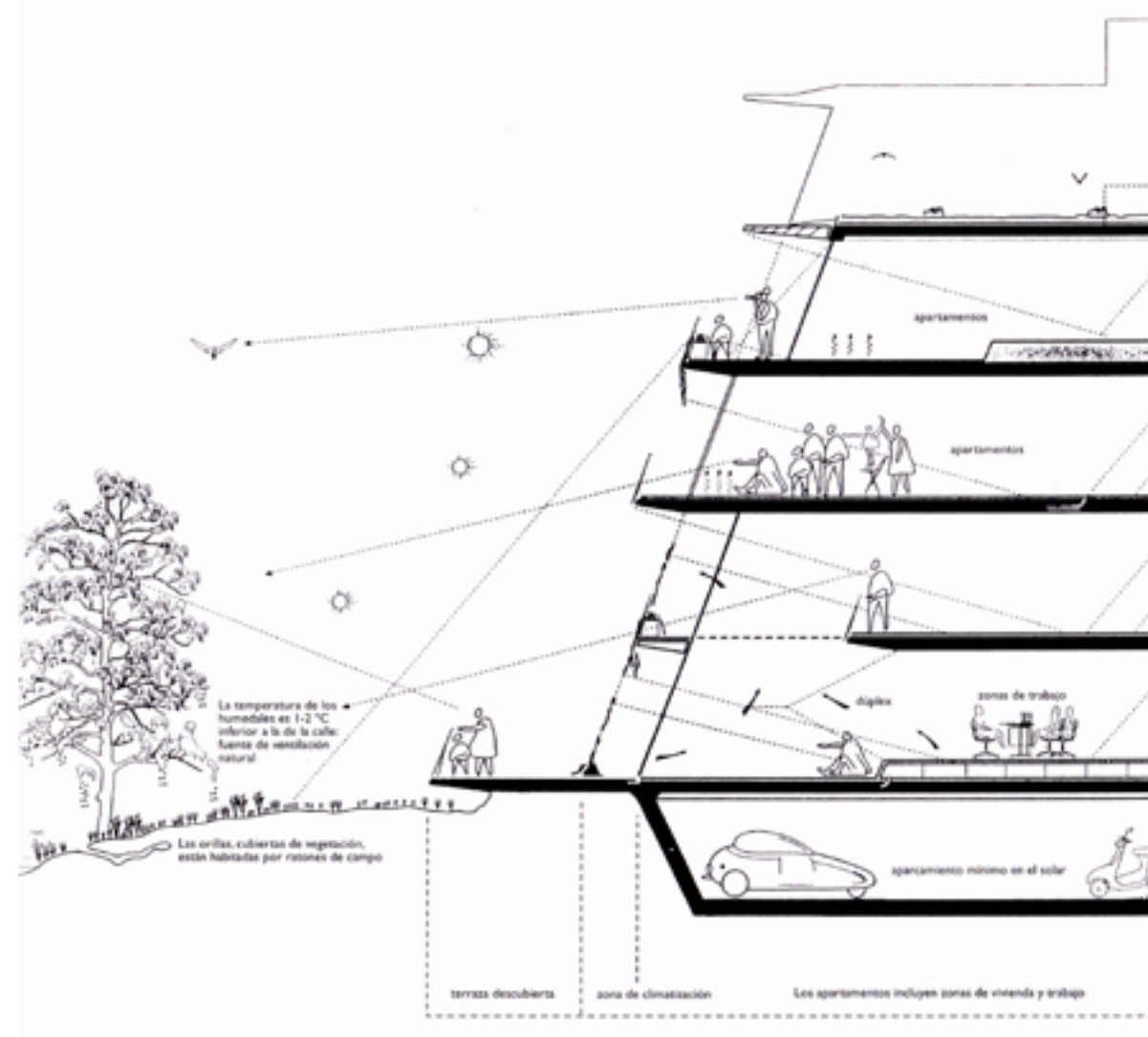


1.126

<sup>1</sup> EDWARDS, Brian. Guía básica de la sostenibilidad. Barcelona - España, Gustavo Gili, 2005 (2.ª ed., 2009). Pg. 207.

<sup>2</sup> EDWARDS, Brian. Guía básica de la sostenibilidad. Barcelona - España, Gustavo Gili, 2005 (2.ª ed., 2009). Pg. 207.

Una buena manera de entender esta arquitectura o principios es rescatar en distintos proyectos las aplicaciones realizadas según las necesidades de cada uno, aquí están tres ejemplos:



1.127 Edificio de viviendas. Andrew Wright. Greenwich, Reino Unido.



La arquitectura sostenible tiene que ser aplicada según cada zona que se encuentre ya que cada una tiene diferentes condiciones. Las temperaturas optimas de confort están entre los 17° y 21°, la humedad entre el 15% y el 80%. En el caso de Cuenca la temperatura mínima en las mañanas y la noche esta 9° menos que los 19° (promedio de confort), y la humedad se encuentra mayor que el confort elevado en un 42% mas del promedio de confort de los 47.5%, esto es más critico en febrero y julio. A lo largo del año al medio día nos encontramos a una temperatura y humedad dentro de la zona de confort.

Para realizar proyectos de arquitectura  
Para realizar proyectos de arquitectura sostenible en Cuenca es de considerar las siguientes condiciones:

- Las cubiertas son las partes de la edificación que más radiación reciben, teniendo que aprovechar esto.
- Las fachadas ubicadas hacia el Este y Oeste son las que captan mayor radiación solar y acumulan el calor a diferencia de las fachadas Norte y Sur.
- Hacia las fachadas donde golpeen los vientos predominantes es bueno la incorporación de vegetación para protegerlas.
- Los vanos deben evitar la fachada Nor-Este por los vientos predominantes de la ciudad.

Los sistemas de climatización son los de calefacción y refrigeración que podemos utilizar a través de sistemas pa-

sivos de diseño y energía limpias dentro de la edificación para que cumplan con estas funciones.

Para que los sistemas de climatización en la edificación sean eficaces se tiene que considera una optima orientación de la edificación junto con el diseño de la planta y las fachadas, los lugares de estancia son mas recomendables ubicarlas al este, mientras la parte de servicio hacia el oeste. En la fachada este donde se encuentran las zonas de mayor soleamiento se puede incorporar atrios y miradores acristalados que calienten el aire que va entrar a la edificación por el efecto invernadero, estos es importante que tengan materiales de alta inercia térmica., es importante tener elementos que creen sombra para evitar un calentamiento excesivo.

Para crear un confort térmico cálido es importante minimizar las pérdidas de calor que se pueden dar por la envolvente de la edificación y la ventilación por infiltraciones en la carpintería, es mejor que los edificios sean compactos con gran inercia térmica y un buen aislamiento. Los vanos tienen que ser dimensionados adecuadamente para que la iluminación sea la adecuada y por ella no se pierda el calor, en algunos casos la carpintería puede ser de doble vidrio.

## 1.6 Materiales

La selección de materiales es fundamental al hablar de proyectos sostenibles, unos producen más contaminación que otros y requieren mayor energía para ser fabricados y transportados.

Es de considerar el rendimiento térmico de cada material para ser uso según la necesidad del proyecto, la reflexión y redirección de luz que tiene. Es importante seleccionar materiales duraderos al hablar de proyectos de arquitectura sostenible para evitar un menor mantenimiento y usos de recursos, los materiales que duran poco producen residuos.

Cuando entra luz las superficies la reflejan según el color y acabado del material, los colores claros reflejan más luz y los colores oscuros la absorben, también es de considerar que ciertos materiales (brillantes) reflejan mucho luz haciendo que los espacios no sean confortables por el reflejo. Cada color refleja diferente, es algo que también se debe considerar al momento del diseño.

Al hablar de materiales en algunos casos también tenemos que pensar en su reutilización o reciclado, varias edificaciones sufren modificaciones por restauraciones o cambios de uso produciendo varios residuos que contaminan, algunos pueden ser reutilizados, en el momento de la construcción es de considerarse los sistemas que luego puedan ser separados, “deconstrucción”. Otra manera es la utilización de tamaños estándar de los materiales para que no existan recortes, residuos y a su vez menor mano de obra.

### Factores de reflexión típicos de algunos acabados de pintura mate

Blanco	0,85
Amarillo claro	0,82
Amarillo intenso	0,70
Naranja	0,54
Azul claro	0,45
Naranja intenso	0,28
Rojo intenso	0,17
Verde oscuro	0,09
Negro	0,05



## Madera

Es un material muy utilizado debido a su resistencia, durabilidad, fácil de trabajar y estética además de de las técnicas y conocimientos que existen sobre ella. Es un recurso renovable cuando se la cultiva y tala de una manera adecuada, en la actualidad existen talas sin control y ilegales perdiendo grandes bosques autóctonos de la zonas. De ella salen varios derivados para la construcción, como los tableros de partículas o viga sintéticas que utilizan los residuos de recortes y astillas.



1.128



1.129

## Arquitectura en tierra

1.130

## Tierra

Al hablar de proyectos sostenibles la tierra es una de lo más eficaces debido a su impacto ambiental que es casi nulo, se la consigue en la mayoría de lugares y su utilización es fácil, por ellos se ha utilizado desde principios de la historia. Las distintas tierras con su granulometría se aglomeran debido a sus arcillas y limos formados bloques o paredes enteras que al añadirle otros materiales como paja, arena o cemento mejora su resistencia. Existen diferentes técnicas para su aplicación en la construcción, en nuestro medio todas son muy conocidas existiendo los muros de tapial, bloques de adobe o un sistema mixto con madera llamado bahareque. La tierra proporciona un gran aislamiento y presenta una inercia térmica acumulando el calor.



1.131



## Piedra

Al hablar de arquitectura tradicional por el mundo en muchos lugares encontramos a la piedra y no solo antes sino ahora es muy utilizada. Presenta una elevada masa térmica, resistencia y durabilidad además de ser un material de gran estética, debido a su difícil extracción y transporte es recomendado utilizar piedra de la zona. Las piedras artificiales son más baratas pero su fabricación requiere mucha energía y un impacto ambiental alto.



1.132

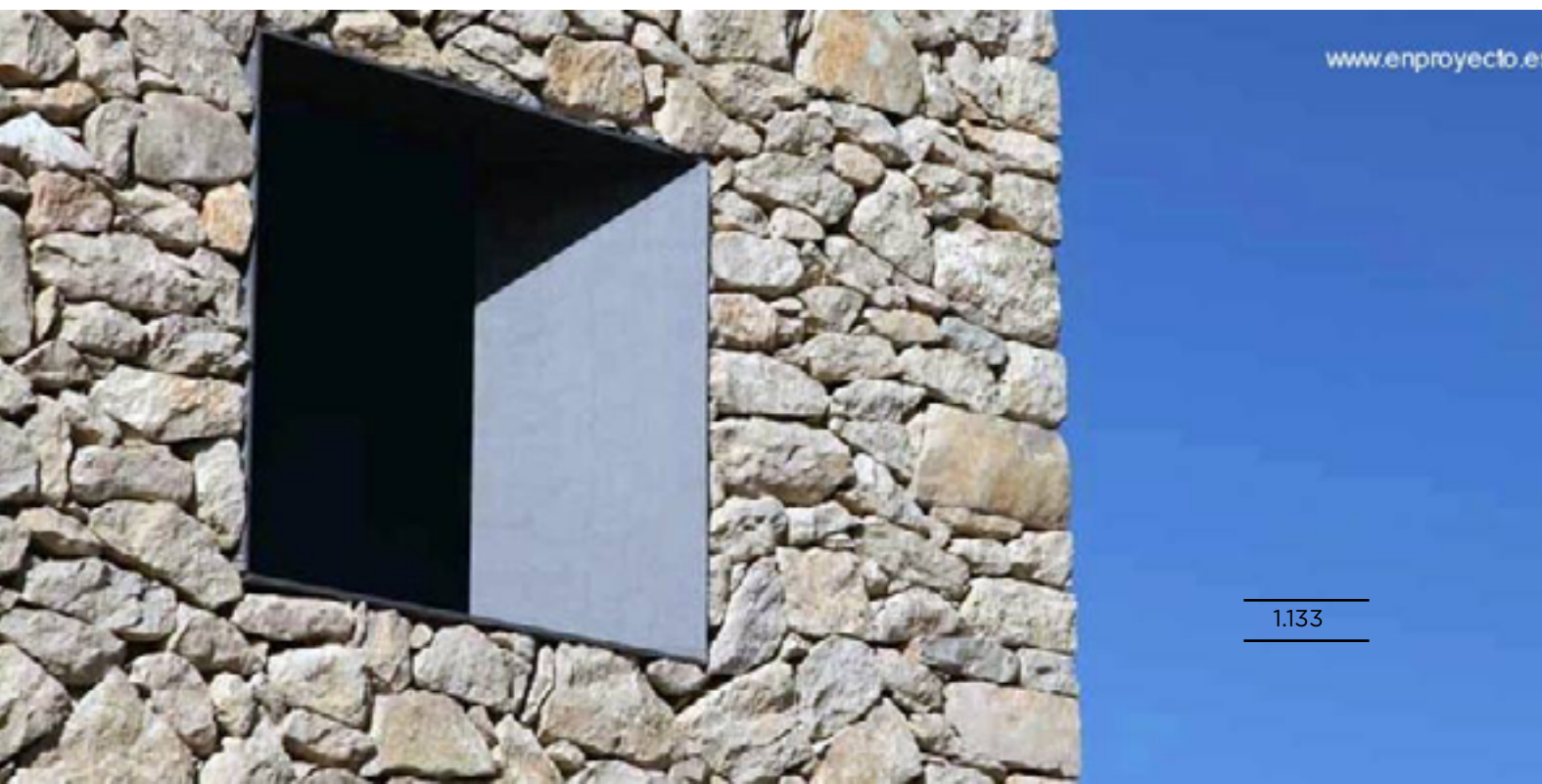
## Cemento

Su fabricación requiere alta energía y contamina debido a que sus componentes tienen que ser quemados a altas temperaturas, la obtención de cal necesaria para su fabricación produce dióxido de carbono, se compone principalmente por cal y silicatos, el cemento más conocido es el portland. Igual el problema en su fabricación es la liberación de polvo alcalino perjudicando al medio ambiente alrededor de las plantas de producción.

El hormigón es la mezcla del cemento con agua, arena y grava; la arena y agua son recursos no renovables pero existe varias minas en nuestro medio de los áridos, es de tener cuidado en su extracción de no dañar el medio ambiente. Casi la mitad de desperdicios de la construcción es hormigón, este al ser triturado puede ser reutilizado como áridos.



1.134



1.133



1.135



## Vidrio

La producción de vidrio utiliza materiales no renovables pero abundantes, el vidrio se compone de arena silíceo, carbonato de sodio y sulfatos. Su producción requiere alta energía pero se compensa con el poco vidrio que se utiliza al lado de otros materiales en la edificación, además de su importante utilización para la iluminación. El vidrio puede ser reciclado pero es algo que todavía no se elabora.



1.138

1.136

## Ladrillo y cerámicos

La cocción de la arcilla a altas temperaturas nos brinda diversos materiales para la construcción, siendo uno de los más utilizados los ladrillo, cerámicas y piezas sanitarias. La arcilla con una adecuada extracción no presenta problemas pero la cocción de esta requiere mucha energía al quemar combustibles produciendo emisiones de CO<sub>2</sub>.

1.137



Metales

“Los metales se obtienen a través de la minería, que suele ser perjudicial para el medio ambiente local debido a la alteración física a gran escala del terreno y a las emisiones tóxicas. La mayoría de las minas requieren una rehabilitación muy costosa después de su cierre para que el terreno pueda ser aprovechado para otros usos. El proceso de extracción de metal del mineral suele requerir grandes cantidades de energía...”<sup>1</sup>

Son recursos no renovables pero pueden ser reciclados y así menor su impacto ambiental. Los más utilizados en la construcción es el aluminio, cobre, plomo, acero y cinc. El aluminio es utilizado principalmente para carpintería y elementos decorativos, el cobre para tubería y elementos decorativos, el acero es el más utilizado en la construcción como estructuras a través de perfiles o junto al hormigón estructural, el cinc es utilizado para galvanizar otros metales y protegerlos pero también como láminas para revestir cubierta y paredes.



1.140

1 HERNÁNDEZ PEZZI, Carlos. Un Vitrubio ecológico, Principios y práctica del proyecto arquitectónico sostenible. Barcelona - España, Gustavo Gili, 2007. Pg. 133.



Cuadro comparativo de materiales

CUADRO COMPARATIVO DE MATERIALES			
	MATERIAL	VENTAJAS	DESVENTAJAS
ESTRUCTURA	ACERO	Resistente Fácil construcción Puede usarse en grandes dimensiones Resistente	Alta emisión de CO2 en producción
	MADERA LAMINADA	Resistente Fácil construcción Puede usarse en grandes dimensiones Buenas condiciones ambientales	Alta costo
	HORMIGÓN ARMADO	No necesita mano de obra especializada	Contaminación en obra Debe considerarse la energía incorporada de los dos elementos: hormigón y acero de refuerzo
	HORMIGÓN PRETENSADO	Puede usarse en grandes dimensiones Diseñables, reutilizables	Montaje de juntas requiere maquinaria especializada Debe considerarse la energía incorporada de los dos elementos: hormigón y acero de refuerzo
EVOCTURAS DE ALTO RENDIMIENTO (PAREDES Y TABIQUES)	LADRILLO	Comportamiento térmico adecuado Baja energía incorporada en producción si son artesanales Resistente lateral	Comportamiento acústico malo Contaminación y desperdicio en obra
	PAÑUELOS HORMIGÓN PREFABRICADO	Fácil construcción Diseñables, reutilizables Puede usarse en grandes dimensiones Resistente	Montaje de juntas requiere maquinaria especializada
	PIEDRA	Comportamiento térmico adecuado Baja energía incorporada si proviene de fuentes locales	Mano de obra
	PAÑUELOS FIBROCEMENTO	Fácil construcción Diseñables, reutilizables	Alta energía incorporada Baja resistencia al agua
	PAÑUELOS YESO-CAPIÓN	Fácil construcción Diseñables, reutilizables Puede usarse en grandes dimensiones Resistente	
	VERDE	Comportamiento térmico adecuado si se sellan correctamente las uniones	
EVOCTURAS DE ALTO RENDIMIENTO (TECHOS)	CERO BASTO YESO-CAPIÓN	Fácil construcción Diseñables, reutilizables Puede usarse en grandes dimensiones Resistente	
	CERO BASTO ENVOLUADO DE LADRILLO	Comportamiento térmico adecuado	No es considerado un material ecológico en el país ya que no existen políticas de rehabilitación de las láminas Requiere mantenimiento
	CUBIERTA VERDE	Conserva las emisiones de CO2 Baja energía incorporada en producción si son artesanales Resistente lateral	
	CUBIERTA CON MATERIALES DE TIERRA	Comportamiento térmico adecuado Baja energía incorporada en producción si son artesanales Resistente lateral	
PISOS	HORMIGÓN PULIDO	Bajo mantenimiento Bajo costo	
	PORCELANATO	Bajo mantenimiento Bajo costo	
AGUANTES	FIBRA DE VIDRIO	Resistente lateral	
	LÁMINA MINERAL	Resistente lateral	
	ESPUMA DE POLIURETANO	Bajo costo	Contaminación

CUADRO COMPARATIVO DE MATERIALES						
	MATERIAL	CONSUMO TÉRMICO (W/m²h)	EMISIÓN TÉRMICA (W/m²h)	P.V.E	ENERGÍA INCORPORADA (MJ/kg)	ADICIÓN ACÚSTICA (DB)
ESTRUCTURA	ACERO	47.58	11.01-16.56		36.50	1.00
	MADERA LAMINADA	0.047	-		11.20	-
	HORMIGÓN ARMADO	1.400	0.761		1.90	0.30
	HORMIGÓN PRETENSADO	1.400	0.761		2.90	-
EVOCTURAS DE ALTO RENDIMIENTO (PAREDES Y TABIQUES)	LADRILLO	0.800	0.529		2.50	-
	PAÑUELOS HORMIGÓN PREFABRICADO	1.400	0.761		2.90	0.30
	PIEDRA	-	-		0.85	-
	PAÑUELOS FIBROCEMENTO	-	-		4.80	-
	PAÑUELOS YESO-CAPIÓN	0.290-0.58	-		2.90	0.10
	VERDE	0.810	0.560		12.70	0.05
EVOCTURAS DE ALTO RENDIMIENTO (TECHOS)	CERO BASTO YESO-CAPIÓN	0.290-0.58	-		2.90	0.10
	CERO BASTO ENVOLUADO DE LADRILLO	0.209	-		2.90	0.05
	CUBIERTA VERDE	-	-		0.30	0.30
	CUBIERTA CON MATERIALES DE TIERRA	0.760	-		2.50	-
PISOS	HORMIGÓN PULIDO	-	-		0.97	0.00
	PORCELANATO	0.810	-		0.00	0.00
AGUANTES	FIBRA DE VIDRIO	0.035	0.200		26.00	-
	LÁMINA MINERAL	0.036-0.040	0.437-0.246		37.50	-
	ESPUMA DE POLIURETANO	0.029	-		88.50	-

1.141

## 1.7 Zona Ecuatorial Andina

“Al interior de la Franja Ecuatorial Andina, las principales condiciones climáticas a considerar son:

- La radiación solar incidente dentro de la Franja Ecuatorial, define los siguientes recorridos solares, que

determinan al plano horizontal como el mayor captador de radiación solar durante el día y en todo el año.

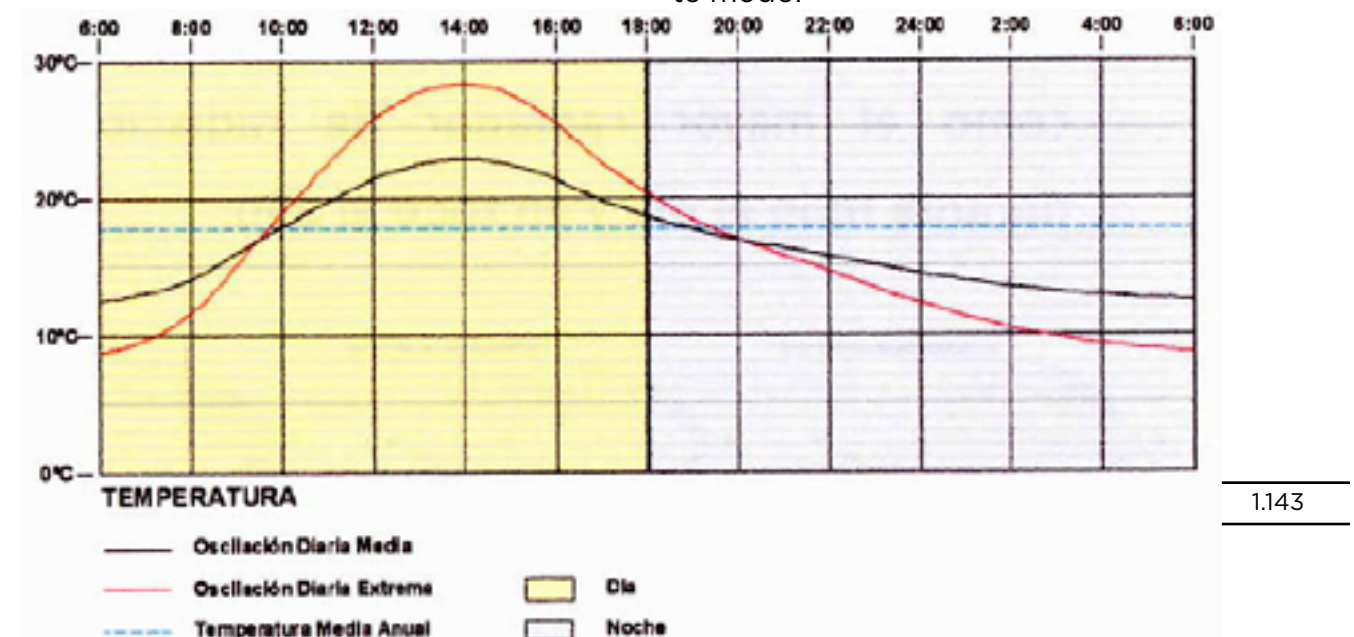
Mes	Temperaturas Extremas °C			Temperaturas Medias °C			Oscilación Diaria	
	Maximas	Minimas	Medias	Maximas	Minimas	Medias	Extrema	Media
Enero	27,4	7,3	17,4	22,3	11,5	16,9	20,1	10,8
Febrero	26,6	7,3	18,1	22,8	11,8	17,3	21,5	11,0
Marzo	26,7	7,9	18,8	23,3	12,4	17,9	21,8	10,9
Abril	26,7	9,1	19,4	23,0	13,1	18,1	20,6	9,9
Mayo	26,1	10,0	19,6	22,9	13,4	18,2	19,1	9,5
Junio	27,9	9,3	18,6	22,5	13,0	17,8	18,6	9,5
Julio	27,5	8,8	18,2	22,7	12,5	17,6	18,7	10,2
Agosto	27,9	8,8	18,4	23,4	12,7	18,1	19,1	10,7
Septiembre	28,8	9,9	19,4	23,6	12,7	18,2	18,9	10,9
Octubre	27,9	9,6	18,8	22,7	12,9	17,6	18,3	9,8
Noviembre	27,2	9,2	18,2	22,2	12,6	17,4	18,0	9,6
Diciembre	27,6	7,3	17,5	22,1	12,2	17,2	20,3	9,9
Promedios	28,3	8,7	18,5	22,8	12,6	17,7	19,6	10,2

1.142

- Para los Andes Ecuatoriales, la temperatura ambiente se ve seriamente influenciada hacia la baja con el incremento de altura sobre el nivel del mar. Con una altura promedio definida de 2000m.s.n.m., los rangos de tem-

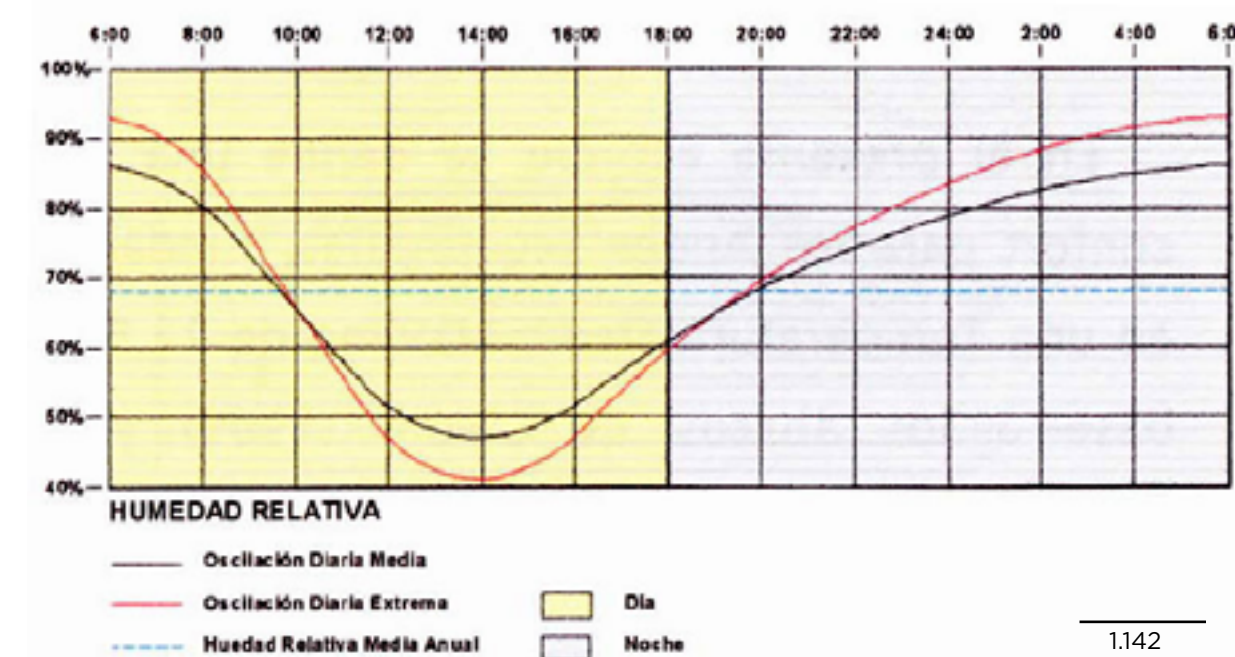
peraturas extremas y medias definen una oscilación diaria de temperatura de 19,6°C y 10,2°C respectivamente.

Esta oscilación de temperatura, a lo largo del día se manifiesta del siguiente modo:



1.143

- La Humedad Relativa, se mantiene constante durante todo el año con valores de humedad a lo largo del ciclo día - noche, es importante, siguiendo el siguiente patrón:



1.142

- En lo referido a los índices de lluvia, se destaca una media mensual de 138mm, con una estación seca durante el período de Enero a Marzo, y estaciones húmedas en los períodos de Abril a Mayo y de Octubre a Noviembre.

- Los vientos dominantes tienen una intensidad promedio de 1,3m/sg. Con una marcada dirección Sur - Oeste durante todo el año.

De este análisis se desprende, que para el área andina delimitada, no existe una marcada diferencia de estaciones como invierno o verano a lo largo del año. Índices como temperatura y humedad relativa, presentan una importante oscilación durante el ciclo día - noche.”<sup>1</sup>

<sup>1</sup> BARRERA CRESPO, Oswaldo. Introducción a una Arquitectura Bioclimática para los Andes Ecuatoriales. (Tesis de Máster). Barcelona - España, Universidad Politécnica de Cataluña, 2005. Pg. 175 - 177.



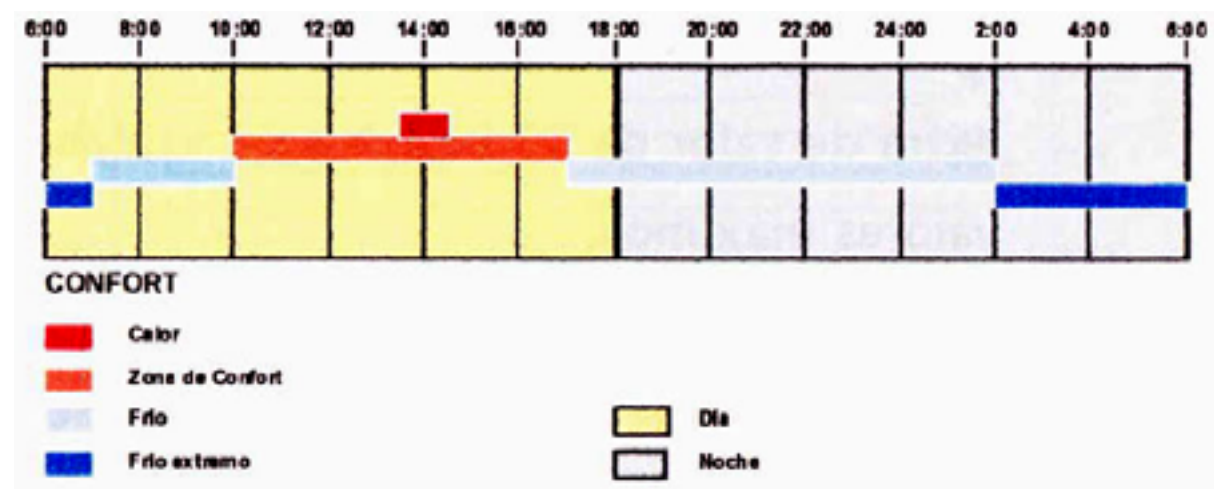
## 1.7.1 Ecuador Andino

El Ecuador posee cuatro regiones con diferentes condiciones climáticas debido a la cordillera de los Andes y la influencia marítima que influyen en la altitud y ubicación de cada región creando varios microclimas. La costa ecuatoriana que da al océano Pacífico tiene una temperatura entre 23 y 26 grados centígrados y una estación lluviosa entre diciembre y mayo dejando de junio a noviembre una estación seca. La sierra una temperatura entre 13 y 18 grados centígrados, llueve y hace frío entre noviembre y abril y es seco de mayo a octubre. La Amazonia temperaturas entre 23 y 36 grados centígrados con estación lluviosa y húmeda de enero a septiembre y seca de octubre a diciembre. Galápagos temperaturas entre 22 y 32 grados centígrados con un clima templado.

Las variaciones de temperatura a lo largo de nuestros Andes del Ecuador en el año varían en el día creando zo-

nas de confort, pero también calor o frío que puede llegar a perturbar al ser humano, por eso esta variación en el día de la temperatura y humedad nos da resultados que tenemos que tomar en cuenta para el diseño arquitectónico.

Nuestras horas de sol son de 10:00 a 17:00, aquí encontramos un clima confortable, pero a las 12:00 cuando el sol es más fuerte las temperaturas pueden subir y para ello es recomendable la ventilación de los lugares con una suave brisa. A partir de las 17:00 hasta las 6:00 del siguiente día se va perdiendo el calor y subiendo la humedad, la temperatura puede descender a los 9°C o menos y por esto necesitamos un aporte extra de calor. Desde las 6:00 cuando comienza a salir el sol la temperatura aumenta de nuevo pero rápidamente disminuyendo la humedad para llegar a las 10:00 para entrar otra vez a la zona de confort.



1.143

## 1.7.2 Cuenca

Datos de Cuenca según su ubicación:

Longitud: 78°59' Oeste  
Latitud: 2°52' Sur  
GMT: -5 (husos horarios)  
Altitud: 2.581m

La ciudad se encuentra sobre un gran cono aluvial formado por los ríos que la atraviesan. "Morfológicamente se pueden distinguir tres terrazas fluviales a diferentes niveles. Estas corresponden a tres etapas de levantamiento: la primera la más antigua y actualmente bastante destruida, corresponde a las lomas de Culca; la segunda, donde se halla el centro de la ciudad y se encuen-

tra totalmente edificada; veinte metros más abajo de la segunda, se encuentra la tercera terraza, es la zona por donde corren el Tomebamba, el Yanuncay y el Tarqui, es una planicie que se eleva solo unos pocos metros sobre los cauces de los ríos y está interrumpida por un cordón de colinas bajas, paralelas al río Yanuncay, que se extiende desde la Virgen de Bronce hasta San Joaquín."

El clima de Cuenca es meso-térmico semi-húmedo (según la escala de Köppen), donde las temperaturas son irregulares presenciándose más esto entre marzo y septiembre, en junio y julio el

1 CORDERO ORTIZ, Esteban. ORDOÑEZ AMOROSO, Jhonatan. Soluciones Bioclimáticas aplicadas para la vivienda. (Tesis de grado). Cuenca - Ecuador, Universidad de Cuenca, 2009.

RESUMEN ANUAL CLIMATOLÓGICO 2004												
ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
VIENTO DOMINANTE												
Dirección	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	SSW	ENE
Velocidad media kt	6.1	4.3	4.8	4.3	6.6	7.3	8.0	4.3	7.8	6.4	6.1	5.7
Viento máximo	SSW	SSW	E	SSW	SW	NE	ENE	ENE	NE	S	SSW	SW
Velocidad máxima Kt	30.0	28.0	33.0	31.0	22.0	22.0	23.0	24.0	25.0	28.0	23.0	26.0
TEMPERATURA DEL AIRE EN °C												
Media	17.3	17.3	17.0	16.5	16.6	15.6	15.5	15.5	16.4	17.2	17.1	16.9
Máxima media	22.6	22.5	22.2	21.8	21.1	19.9	19.6	19.8	21.2	22.9	22.5	22.1
Mínima media	11.6	11.9	11.7	11.4	10.4	10.1	9.7	9.6	9.4	9.9	11.2	11.5
Máxima absoluta	25.3	25.6	25.0	25.2	24.4	23.5	22.2	22.4	25.4	26.6	25.8	24.4
Mínima absoluta	8.0	8.3	7.0	7.0	5.0	3.4	3.8	4.4	4.8	1.6	8.6	9.0
HUMEDAD RELATIVA DEL AIRE EN %												
Media	61.0	67.0	67.0	68.0	62.0	61.0	58.0	60.0	58.0	61.0	68.0	70.0
Máxima media	84.0	88.0	88.0	88.0	86.0	86.0	83.0	84.0	85.0	87.0	91.0	91.0
Mínima media	42.0	47.0	47.0	48.0	46.0	44.0	42.0	44.0	41.0	41.0	47.0	49.0
Máxima absoluta	92.0	93.0	93.0	93.0	92.0	94.0	90.0	90.0	90.0	96.0	98.0	97.0
Mínima absoluta	17.0	29.0	36.0	26.0	29.0	31.0	32.0	27.0	23.0	32.0	36.0	17.0
CANTIDAD TOTAL DE PRECIPITACION EN mm												
Suma mensual	44.7	78.8	101.5	141.7	31.7	57.6	20.8	23.9	29.6	37.7	94.5	97.1
Nº de días PTN	14.0	18.0	21.0	20.0	11.0	15.0	9.0	11.0	8.0	11.0	20.0	18.0
Acumul. 24 Hrs	14.7	25.4	12.7	20.1	11.9	16.5	9.3	10.8	11.1	10.5	21.4	20.7
Nº de días + 1mm	7.0	13.0	14.0	16.0	6.0	9.0	6.0	5.0	4.0	6.0	14.0	12.0

1.144 Resumen anual climatológico de Cuenca.

## Criterios de diseño y construcción de la arquitectura sostenible

Francisco Coellar Heredia

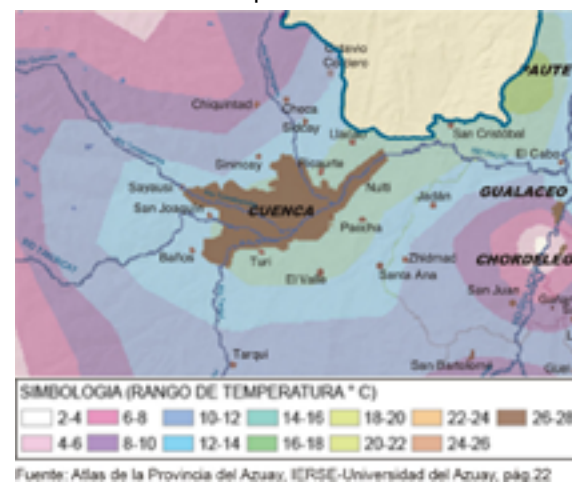
Francisco Coellar Heredia

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Temperatura media (°C)	17.3	17.2	17.3	17.2	17.0	15.7	15.7	15.3	15.8	17.2	17.5	17.5
Humedad media (%)	57	64	66	65	67	66	64	58	63	62	62	61
Nubosidad media (octas)	6	7	7	6	6	6	6	6	6	7	6	6
Precipitación (mm)	40.1	105.2	37.9	111.1	66.2	19.2	36.8	4.8	83.2	43.5	137.3	78.1
Vientos velocidad media (km/h)	18.5	9.3	11.1	11.1	11.1	12.9	11.1	12.9	11.1	11.1	16.7	16.7
Vientos (rumbos)	SSW	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	SSW	SSW

1.145 Resumen histórico de los datos climáticos de la ciudad de Cuenca.

### Temperatura

El promedio de la temperatura mensual de Cuenca varía en 2°C, las temperaturas diarias si varían bastante desde los 21°C hasta los 9°C, en ciertas ocasiones temperaturas al medio día de 27°C y temperaturas menores por las noches alcanzando 4°C, esto se da más en el mes de Julio. A lo largo del año no existe una variación grande en la temperatura estando a un promedio de 17°C, las temperaturas bajas por lo general se dan los meses de junio, julio, agosto y septiembre con un promedio de 16°C, y temperaturas más altas en los meses de octubre, noviembre y diciembre con un promedio de 18°C.

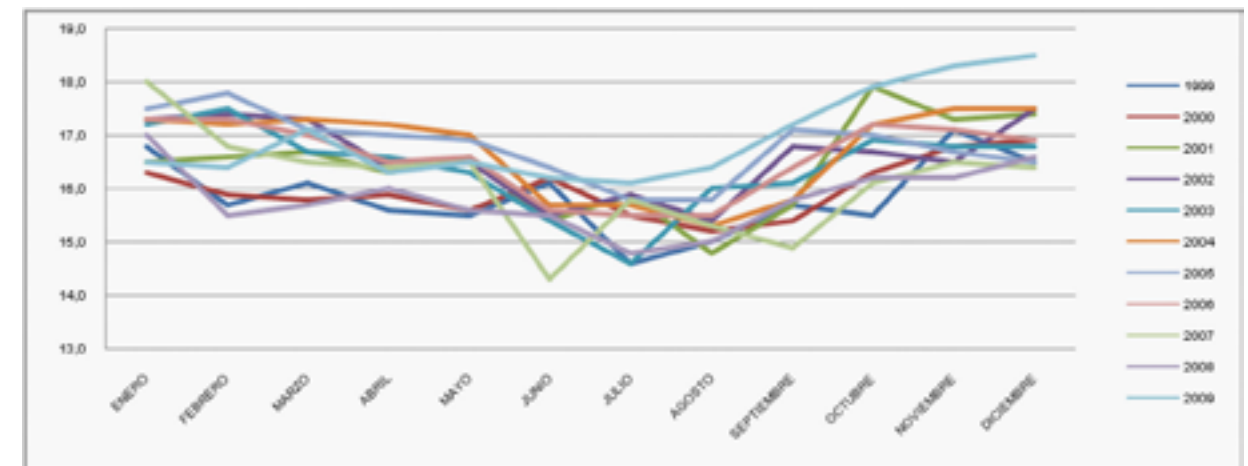


1.146 Isotermas: ciudad de Cuenca y zonas aledañas

Meses	Años	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Enero		16,8	16,3	16,5	17,3	17,2	17,3	17,5	17,3	18,0	17,0	16,5
Febrero		15,7	15,9	16,6	17,4	17,5	17,2	17,8	17,3	16,8	15,5	16,4
Marzo		16,1	15,8	16,7	17,3	16,7	17,3	17,1	17,0	16,5	15,7	17,1
Abril		15,6	15,9	16,3	16,4	16,6	17,2	17,0	16,5	16,4	16,0	16,3
Mayo		15,5	15,6	16,6	16,5	16,3	17,0	16,9	16,6	16,5	15,6	16,5
Junio		16,1	16,2	15,4	15,5	15,4	15,7	16,4	15,6	14,3	15,5	16,2
Julio		14,6	15,5	15,9	15,9	14,6	15,7	15,8	15,5	15,8	14,8	16,1
Agosto		15,0	15,2	14,8	15,4	16,0	15,3	15,8	15,5	15,3	15,0	16,4
Septiembre		15,7	15,4	15,7	16,8	16,1	15,8	17,1	16,4	14,9	15,8	17,2
Octubre		15,5	16,3	17,9	16,7	16,9	17,2	17,0	17,2	16,1	16,2	17,9
Noviembre		17,1	16,8	17,3	16,5	16,8	17,5	16,7	17,1	16,5	16,2	18,3
Diciembre		16,5	16,9	17,4	17,5	16,8	17,5	16,5	16,9	16,4	16,6	18,5
Promedio		15,85	15,98	16,43	16,60	16,41	16,73	16,80	16,58	16,13	15,83	16,95

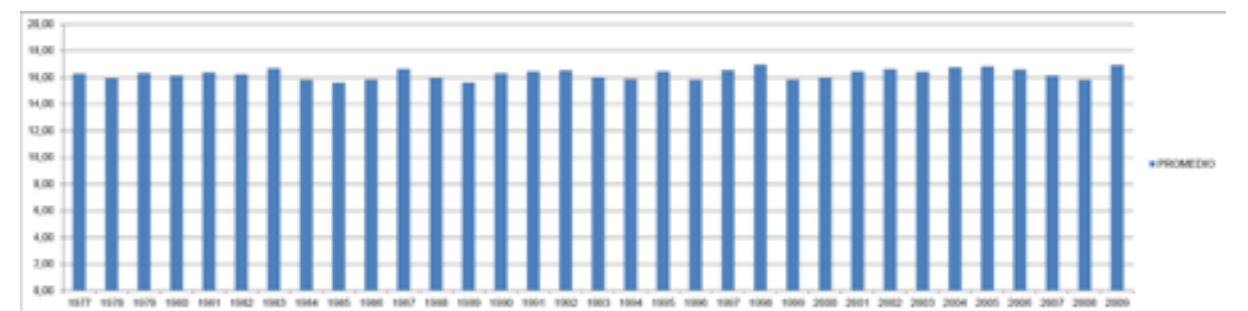
Fuente: Estación Meteorológica del Aeropuerto Mariscal Lamar de Cuenca.

1.147 Temperatura promedio (°C) de la ciudad de Cuenca por años y según meses (período 1999-2009).



Fuente: Estación Meteorológica del Aeropuerto Mariscal Lamar de Cuenca.

1.148 Temperatura promedio (°C) de la ciudad de Cuenca por años y según meses (período 1999-2009).



Fuente: Estación Meteorológica del Aeropuerto Mariscal Lamar de Cuenca.

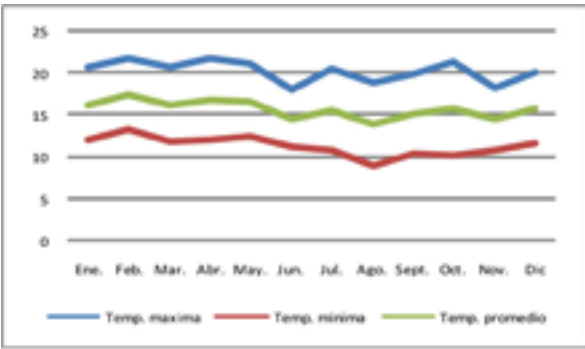
1.149 Temperatura promedio (°C) anual de la ciudad de Cuenca según años (período 1977-2009).



Meses	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
Temp. máxima	20,7	21,8	20,7	21,8	21,1	18,1	20,5	18,9	19,9	21,4	18,3	20,1
Temp. mínima	11,9	13,2	11,8	12,1	12,3	11,1	10,9	9	10,4	10,3	10,9	11,6
Temp. promedio	16,3	17,5	16,3	17,0	16,7	14,6	15,7	14,0	15,2	15,9	14,6	15,9
Amplitud térmica	8,8	8,6	8,9	9,7	8,8	7	9,6	9,9	9,5	11,1	7,4	8,5

Fuente: Estación Meteorológica del C.E.A. de la Universidad de Cuenca.

1.150 Datos de temperatura (°C) de la ciudad de Cuenca según meses (año 2010)



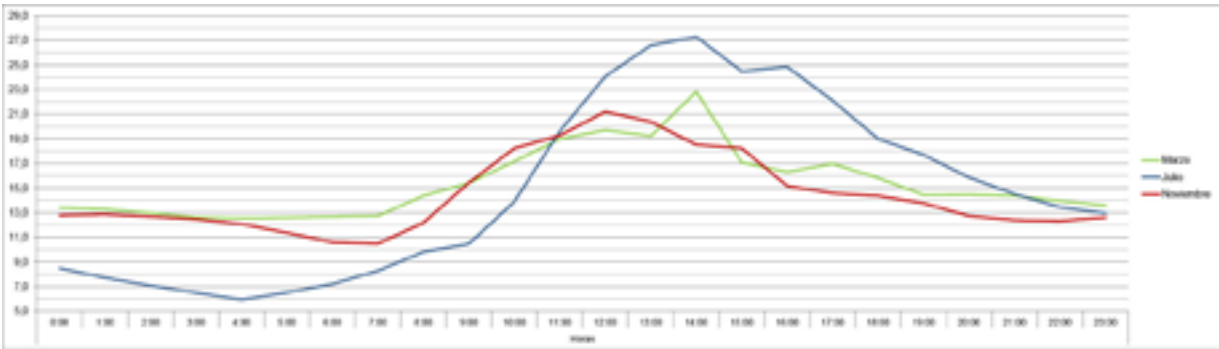
Fuente: Estación Meteorológica del C.E.A. de la Universidad de Cuenca.

1.151 Datos de temperatura (°C) de la ciudad



Fuente: Estación Meteorológica del C.E.A. de la Universidad de Cuenca.

1.152 Amplitud Térmica (°C) de la ciudad de Cuenca según meses (año 2010)

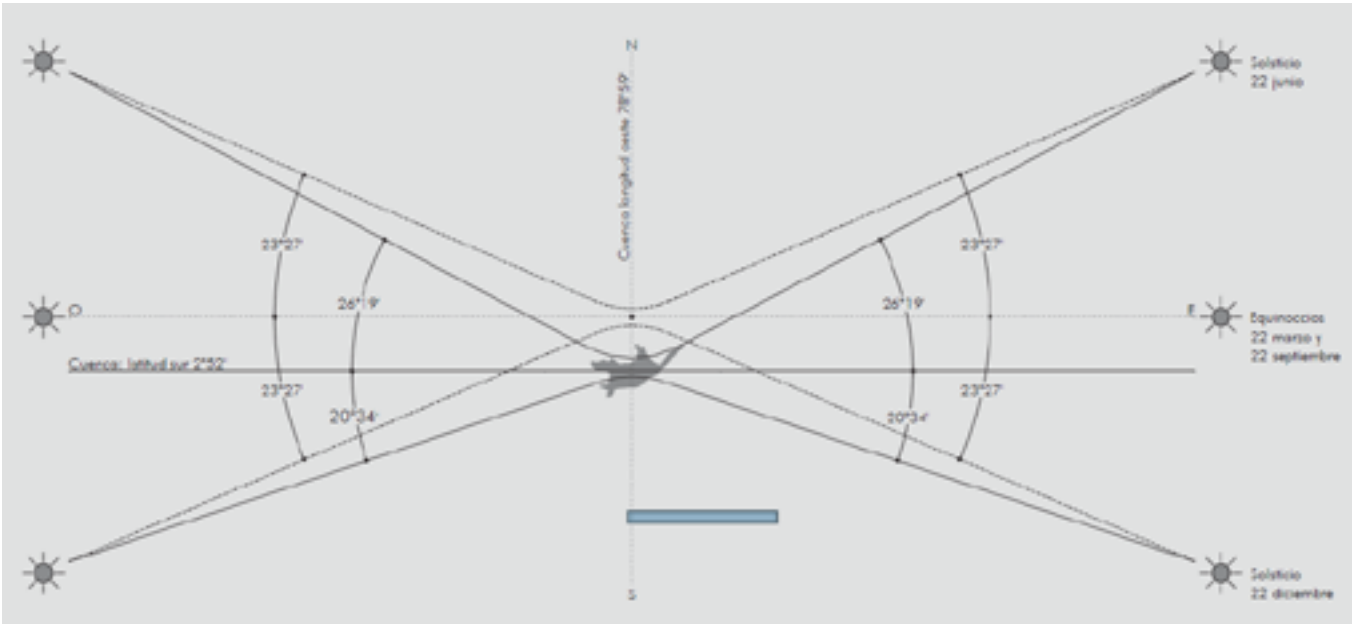


Fuente: Estación Meteorológica del C.E.A. de la Universidad de Cuenca.

1.153 Temperatura promedio (°C) por horas del día y según meses (Marzo, Julio, Noviembre)

### Soleamiento

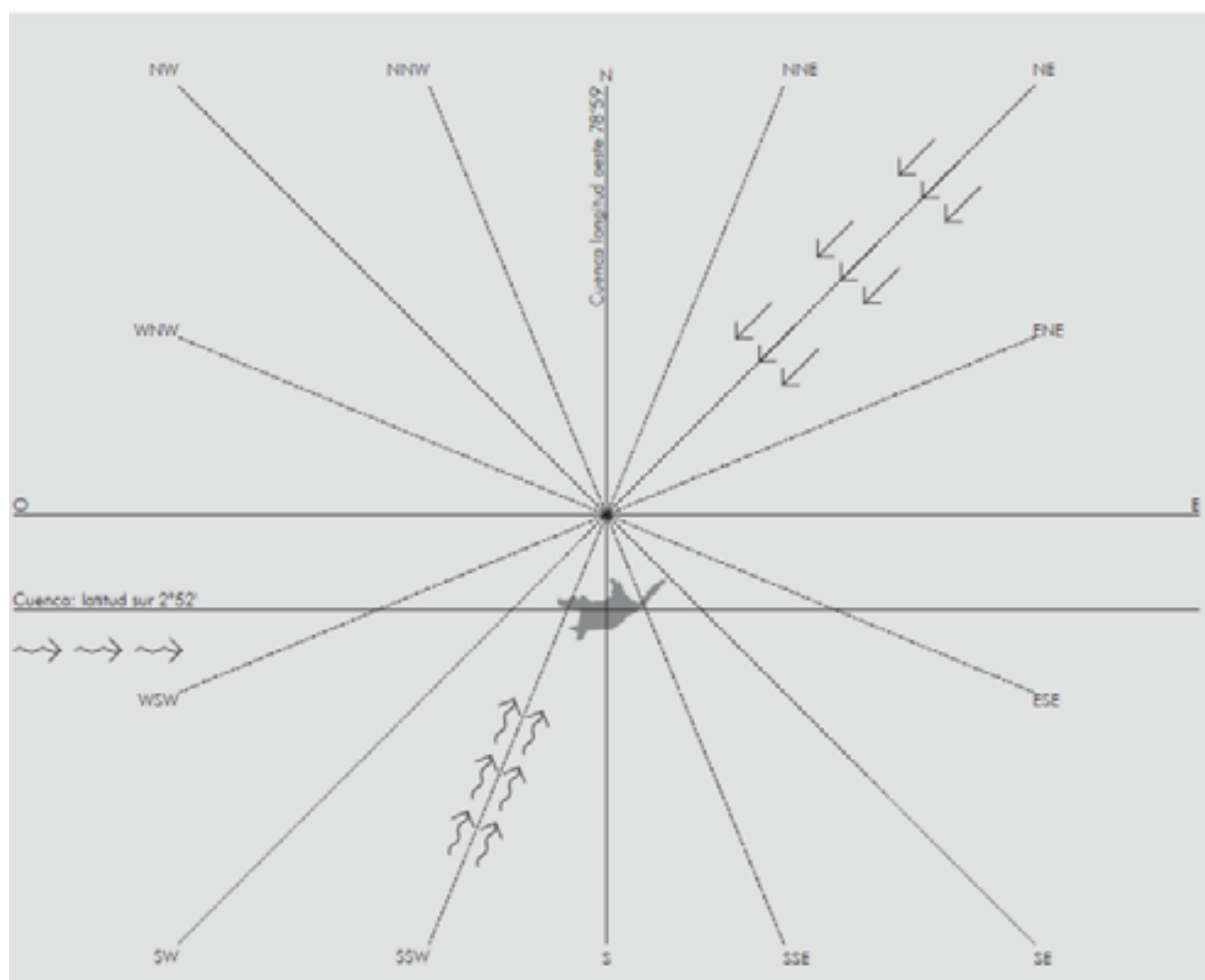
La declinación del sol es nula, los equinoccios son de marzo a septiembre y los solsticios de junio a diciembre con declinaciones de +26°19' y 20°34' respectivamente.  
 Posee una radiación solar alta y constante de 150w/m²/h en la mañana y al medio día de 450w/m²/h.



1.154 Gráfico declinación del sol en la ciudad de Cuenca.

Los vientos predominantes vienen del noreste y los secundarios del sureste, también existen brisas frías provenientes desde el Cajas en las noches, los vientos se intensifican por las tardes.

Los vientos se mueven a una velocidad de 11km/h de promedio anual, los meses de noviembre, diciembre y enero es donde más viento hay a una velocidad de 12km/h y en los meses de febrero, marzo y abril existe menos viento a velocidades de 9km/h.



1.155 Gráfico de los vientos predominantes en la ciudad de Cuenca.

REGISTRO DIRECCIÓN PREDOMINANTE DE VIENTO EN RUMBOS ASOLUERTO MARISCAL LAMAR CUENCA													
ALTITUD	02°53'2" S												
LONGITUD	78° 59'0" W												
ELEVACIÓN	2330 M												
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
2000	SSW	ENE	ENE	NE	NE	NE	NE	ENE	ENE	NE	SSW	ENE	NE
2001	E	ENE	FEZ	ENE	E	ENE	FEZ	NE	E	E	E	E	E
2002	E	E	E	E	E	E	E	ENE	E	E	E	E	E
2003	E	E	E	ENE	ENE	ENE	FEZ	NE	ENE	E	E	NE	E
2004	SSW	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	SSW	SSW	NE
2005	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	SSW	SSW	NE
2006	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	SSW	FEZ	NE
2007	ENE	ENE	NE	NE	NE	E	E	NE	NE	S	NE	S	NE
2008	NE	NE	S	NNE	NNE	NNE	NNE	NNE	NE	NNE	S	S	NNE
2009	NNE	NE	NE	NNE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE

REGISTRO VELOCIDAD MEDIA DE VIENTO EN Km/h AEROPUERTO MARISCAL LAMAR CUENCA														
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ST	Prom
2000	12,6	9	7,2	7,2	7,2	9	10,8	10,8	10,8	9	16,2	9	118,8	9,90
2001	9	10,8	9	9	7,2	9	10,8	10,8	9	9	9	9	111,6	9,30
2002	10,8	9	9	7,2	14,4	10,8	9	10,8	10,8	9	10,8	10,8	122,4	10,20
2003	10,8	9	7,2	7,2	9	7,2	9	9	9	7,2	7,2	9	100,8	8,40
2004	18	9	10,8	10,8	10,8	12,6	10,8	14,4	10,8	10,8	16,2	16,2	151,2	12,60
2005	10,8	10,8	9	10,8	9	12,6	12,6	14,4	14,4	10,8	16,2	14,4	145,8	12,15
2006	10,8	7,2	9	7,2	12,6	12,6	14,4	9	14,4	10,8	10,8	7,2	126	10,50
2007	12,6	10,8	10,8	9	10,8	14,4	12,6	14,4	12,6	12,6	10,8	14,4	145,8	12,15
2008	12,6	10,8	10,8	7,2	9	10,8	12,6	10,8	12,6	9	12,6	12,6	131,4	10,95
2009	9	12,6	10,8	9	10,8	10,8	12,6	12,6	14,4	10,8	10,8	10,8	135	11,90

Base de datos Estación Meteorológica Aeropuerto Mariscal Lamar

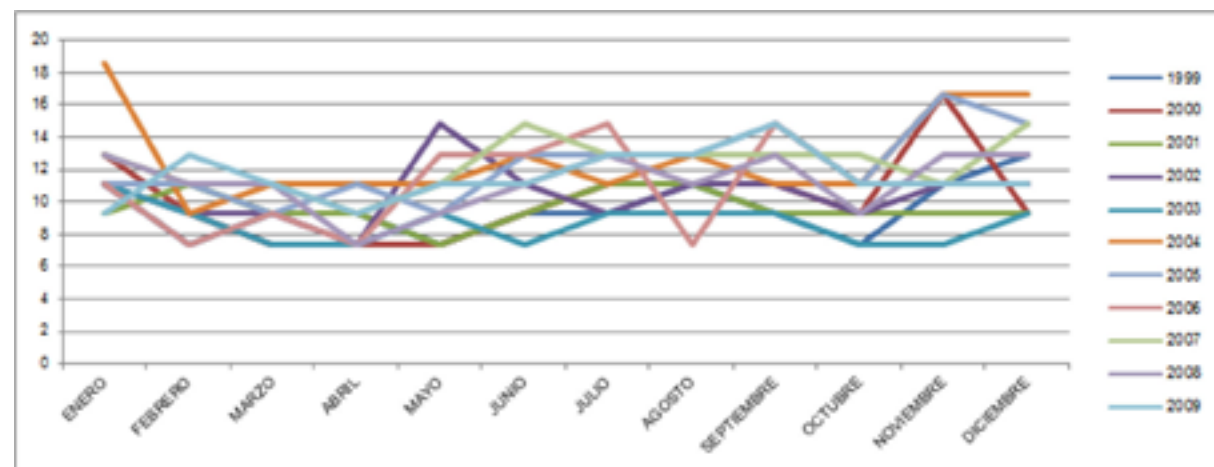
1.156 Vientos predominantes

AÑOS MESES	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
ENERO	11	13	9	11	11	19	11	11	13	13	9
FEBRERO	7	9	11	9	9	9	11	7	11	11	13
MARZO	9	7	9	9	7	11	9	9	11	11	11
ABRIL	9	7	9	7	7	11	11	7	9	7	9
MAYO	7	7	7	15	9	11	9	13	11	9	11
JUNIO	9	9	9	11	7	13	13	13	15	11	11
JULIO	9	11	11	9	9	11	13	15	13	13	13
AGOSTO	11	11	11	11	9	13	13	7	13	11	13
SEPTIEMBRE	9	11	9	11	9	11	15	15	13	13	15
OCTUBRE	7	9	9	9	7	11	11	11	13	9	11
NOVIEMBRE	11	17	9	11	7	17	17	11	11	13	11
DICIEMBRE	13	9	9	11	9	17	15	11	15	13	11
PROMEDIO	9,58	10,19	9,58	10,50	8,65	12,82	12,36	10,97	12,36	11,27	11,58

Fuente: Estación Meteorológica del Aeropuerto Mariscal Lamar de Cuenca

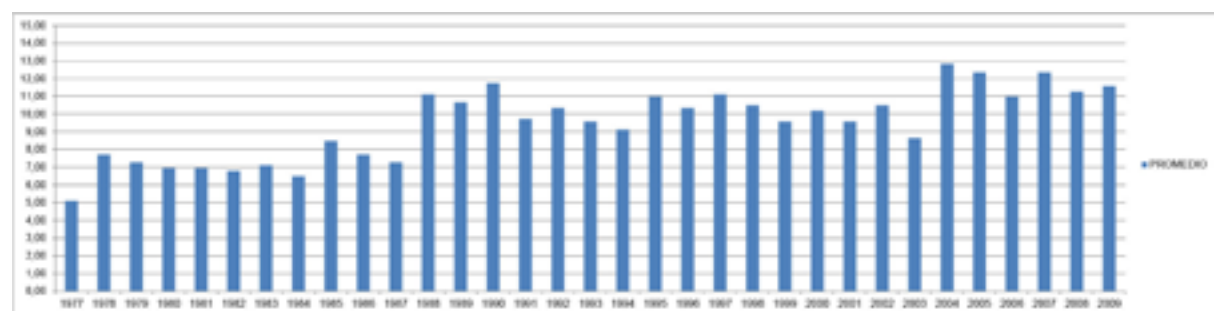
1.157 Velocidad del viento (km/h) promedio de la ciudad de Cuenca por años y según meses (período 1999-2009).





Fuente: Estación Meteorológica del Aeropuerto Mariscal Lamar de Cuenca.

1.158 Velocidad del viento (km/h) promedio de la ciudad de Cuenca por años y según meses (período 1999-2009).

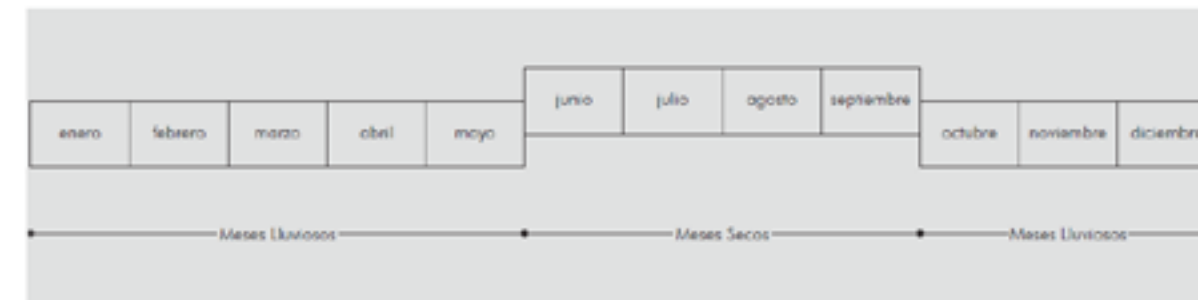


Fuente: Estación Meteorológica del Aeropuerto Mariscal Lamar de Cuenca.

1.159 Velocidad del viento (km/h) promedio anual de la ciudad de Cuenca según años (período 1977-2009).

## Precipitación

Las lluvias no son claras durante el año en sus periodos pero se ha establecido ocho meses lluviosos de octubre a mayo y 4 secos de junio a septiembre, esto es debido a que los valores pluviométricos mensuales y totales varían cada año, el promedio anual es de 860mm. El promedio de precipitaciones en Cuenca es de 71mm/m<sup>2</sup>.

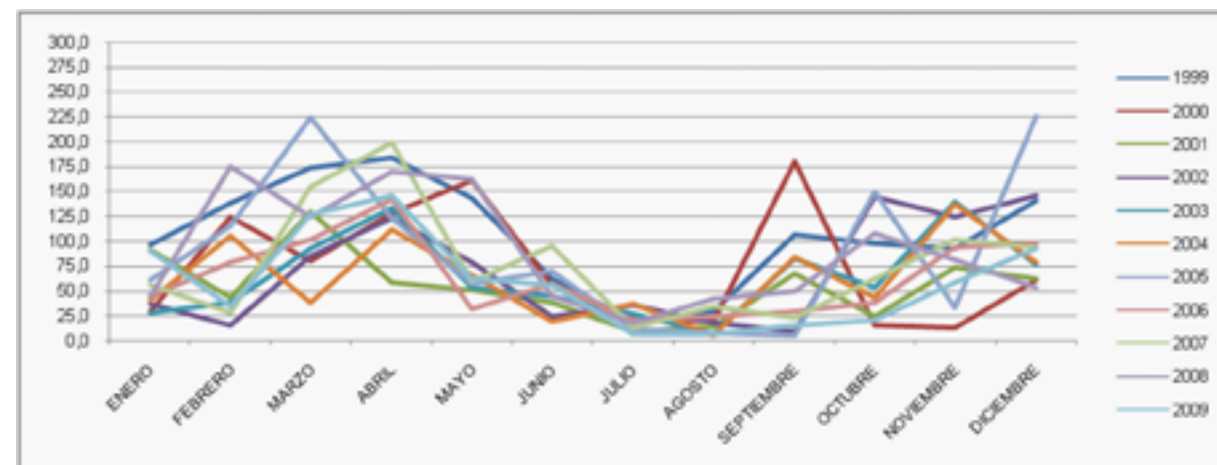


1.160 Esquema de precipitaciones de la ciudad de Cuenca.

MESES	AÑOS	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
ENERO		96,3	29,4	91,2	37,1	28,3	40,1	60,4	44,7	55,8	44,5	90,3
FEBRERO		138,3	124,7	42,9	15,6	38,5	105,2	115,8	78,8	28,5	174,4	33,9
MARZO		173,1	80,3	129,8	85,4	92,9	37,9	224,1	101,5	154,6	124,9	126,3
ABRIL		183,7	127,7	58,8	122,7	133,2	111,1	122,8	141,7	199,4	169,3	146,1
MAYO		143,8	161,1	51,4	78,8	53,3	66,2	56,6	31,7	59,2	162,6	62,3
JUNIO		62,0	56,5	38,3	24,8	44,6	19,2	70,2	57,6	94,7	44,0	56,5
JULIO		19,6	21,5	9,4	36,0	27,1	36,6	11,8	20,8	12,5	18,0	7,1
AGOSTO		29,4	18,8	13,9	17,9	6,5	4,8	7,4	23,9	34,2	42,3	6,8
SEPTIEMBRE		106,1	179,9	67,1	9,1	83,1	83,2	6,2	29,6	23,4	49,4	16,0
OCTUBRE		98,0	15,4	24,3	144,0	53,8	43,5	149,7	37,7	62,1	107,2	20,3
NOVIEMBRE		92,4	13,2	73,4	124,6	138,9	137,3	33,1	94,5	101,4	81,6	58,3
DICIEMBRE		140,9	61,3	62,1	145,6	76,5	78,1	225,2	97,1	94,0	53,0	93,1
PROMEDIO		106,98	74,15	55,22	70,13	64,73	63,62	90,19	63,30	76,65	89,27	59,75

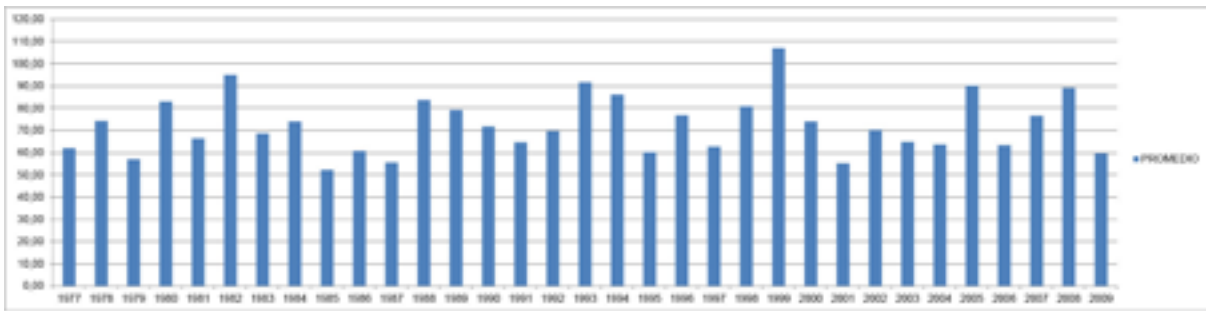
Fuente: Estación Meteorológica del Aeropuerto Mariscal Lamar de Cuenca.

1.161 Precipitaciones (mm/m<sup>2</sup>) promedio de la ciudad de Cuenca por años y según meses (período 1999-2009).



Fuente: Estación Meteorológica del Aeropuerto Mariscal Lamar de Cuenca.

1.162 Precipitaciones (mm/m<sup>2</sup>) promedio de la ciudad de Cuenca por años y según meses (período 1999-2009).



Fuente: Estación Meteorológica del Aeropuerto Mariscal Lamar de Cuenca.

1.163 Precipitaciones (mm/m<sup>2</sup>) promedio de la ciudad de Cuenca según años (período 1977-2009).

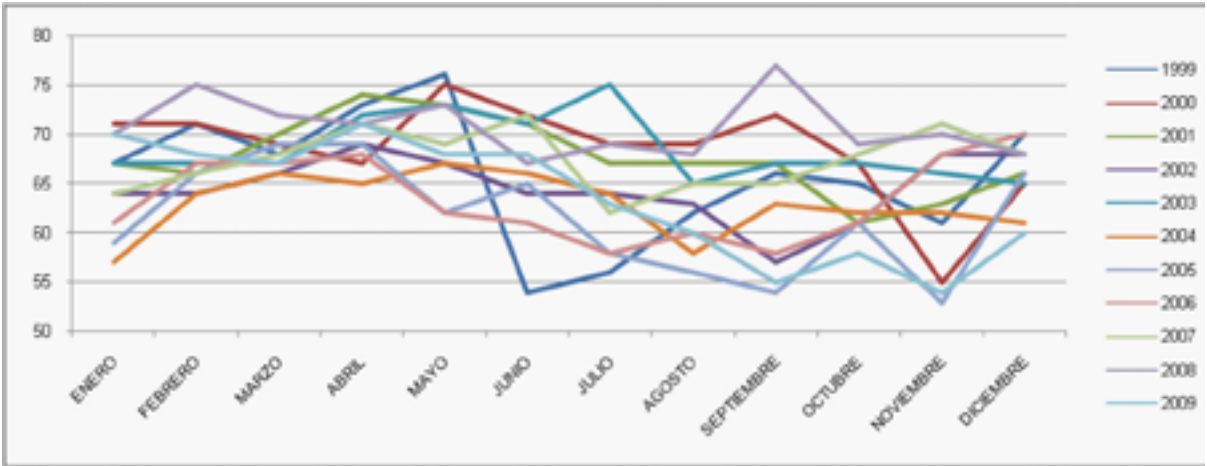
### Humedad

La humedad diaria se sitúa entre el 62 y 71%, alcanzando niveles de 77% o 53% a distintas horas del día.

AÑOS MESES	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
ENERO	67	71	67	64	67	57	59	61	64	70	70
FEBRERO	71	71	66	64	67	64	66	67	66	75	68
MARZO	68	69	70	66	67	66	69	67	68	72	67
ABRIL	73	67	74	69	72	65	69	68	71	71	71
MAYO	76	75	73	67	73	67	62	62	69	73	68
JUNIO	54	72	71	64	71	66	65	61	72	67	68
JULIO	56	69	67	64	75	64	58	58	62	69	63
AGOSTO	62	69	67	63	65	58	56	60	65	68	60
SEPTIEMBRE	66	72	67	57	67	63	54	58	65	77	55
OCTUBRE	65	67	61	61	67	62	61	61	68	69	58
NOVIEMBRE	61	55	63	68	66	62	53	68	71	70	54
DICIEMBRE	70	65	66	68	65	61	66	70	68	68	60
PROMEDIO	66	69	68	65	69	63	62	63	67	71	64

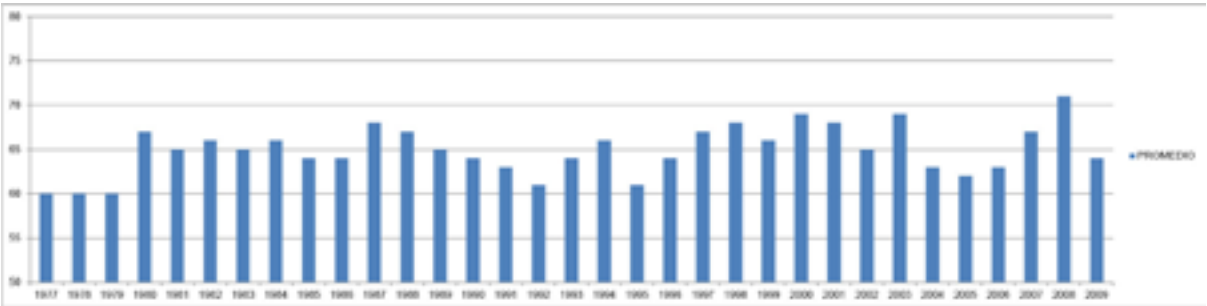
Fuente: Estación Meteorológica del Aeropuerto Mariscal Lamar de Cuenca.

1.164 Humedad relativa de la ciudad de Cuenca por años y según meses (período 1999-2009)



Fuente: Estación Meteorológica del Aeropuerto Mariscal Lamar de Cuenca.

1.165 Humedad relativa (%) promedio de la ciudad de Cuenca por años y según meses (período 1999-2009)



1.166 Humedad relativa (%) promedio anual de la ciudad de Cuenca según años (período 1977-2009)

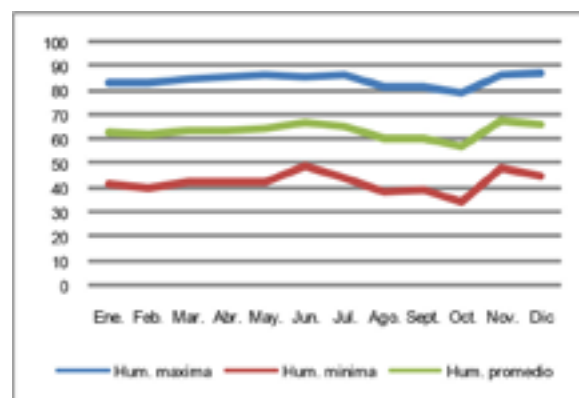
Meses	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
Hum. máxima	83	83,3	84,6	85,1	85,7	84,9	86,2	81,8	81,1	79,2	86,2	86,8
Hum. mínima	41,6	40,2	42,1	42,2	42,6	48,7	44	38,5	39,4	34,5	48,3	44,6
Hum. promedio	62,3	61,8	63,4	63,7	64,2	66,8	65,1	60,2	60,3	56,9	67,3	65,7
Dif. Máx. y Min.	41,4	43,1	42,5	42,9	43,1	36,2	42,2	43,3	41,7	44,7	37,9	42,2

Fuente: Estación Meteorológica del C.E.A. de la Universidad de Cuenca.

1.167 Datos de humedad relativa (%) de la ciudad de Cuenca según meses (año 2010)

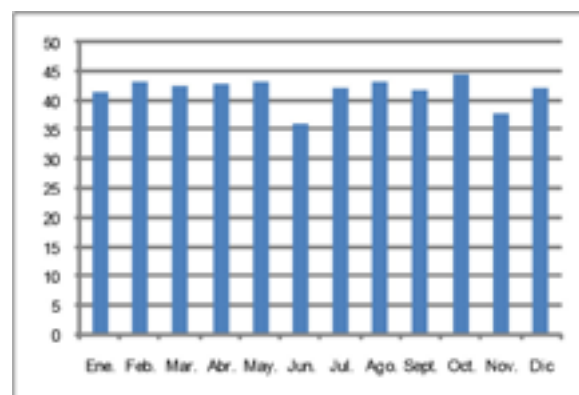


## 1.8 Evaluación energética



Fuente: Estación Meteorológica del C.E.A. de la Universidad de Cuenca.

1.168 Datos de humedad relativa (%) según meses (Cuenca - año 2010)



Fuente: Estación Meteorológica del C.E.A. de la Universidad de Cuenca.

1.169 Diferencia entre humedad real. (%) máx. y mín. (Cuenca - año 2010)

La evaluación energética de una edificación nos sirve para obtener proyectos de calidad y brindar más confort, un mejor rendimiento, funcionalidad y un consumo eficiente de las energías y los recursos medioambientales.

Existen herramientas manuales e informáticas para realizar la evaluación siendo más eficaces las informáticas a través de simulaciones por ordenadores, desde el inicio del proyecto se debe trabajar conjuntamente para obtener un mejor diseño.

Es importante al realizar la evaluación considerar todos los parámetros y seleccionarlos eficazmente, los datos climatológicos que incluyen altitud, latitud, longitud, topografía, microclima, etc. son importantes para establecer los términos de confort necesarios. La geometría de la edificación y su ubicación determinan la influencia de la radiación solar y vientos para estos ser considerados en base a los principios de la arquitectura sostenible en su aplicación al diseño del proyecto estableciendo distintas soluciones para alcanzar los objetivos y por lo tanto brindar confort al usuario, es de considerar a los materiales que se ocuparan según las necesidades. Así se puede determinar por cálculos la energía que va a requerir la edificación según su uso y las instalaciones que esta va a requerir.

Las herramientas utilizadas por más ofrezca precisión como las de los ordenadores no son reales, éstas se aproximan a la realidad debido a que estas son representaciones pero nunca es la realidad por la variación del mismo

material que existe o mal uso de la edificación, se consideran apreciaciones

con márgenes de error que sirven para trabajar y obtener mejores resultados.

**Tabla 5.1 Las herramientas de proyecto y la evaluación medioambiental**

• T -Evaluación temprana, • I - Evaluación intermedia, • D - Evaluación detallada

Herramientas de diseño:	Plano	Cálculo manual	Cálculo informático	Maqueta a escala	Simulación por ordenador
<b>Aspecto:</b>					
Aislamiento		• T	• I		• D
Sombras	• T			• T	• I/D
Rendimiento térmico		• T	• I		• D
Iluminación natural		• T	• I	• T	• D
Ventilación		• T	• I		• D
Infiltración		• T	• I		• D
Confort			• T		• D
Fábrica edilicia		• T	• I		• D
Instalaciones		• T	• I/D		• D
Consumo energético		• I		• D	
Rendimiento total					• D

1.170 Las herramientas de proyecto y la evaluación medioambiental







## Ejemplos de arquitectura sostenible

### CONTENIDOS:

- 2.1 Hemiciclo Solar.  
Ruiz Larrea y Asociados.
- 2.2 Complejo Residencial Lliri Blau.  
Luis de Garrido.
- 2.3 Torre Proksol.  
Mauricio Rojas.
- 2.4 EDO.  
Stanisic Associates
- 2.5 SIEEB.  
Mario Cucinella.
- 2.6 Apilamiento Verde.  
Vo Trong Nghia.
- 2.7 CRMT Actio.  
Luis de Garrido.
- 2.8 Edificio "Call Center Telefónica".  
Pich Aguilera Architectes.
- 2.9 Bosque Vertical.  
Boeri Studio.

### OBJETIVOS:

- Estudiar ejemplos de arquitectura sostenible relevante en el mundo analizando sus aspectos más importantes.
- Analizar críticamente los ejemplos.



## 2.1 Hemiciclo Solar.

### Ruiz Larrea y Asociados.

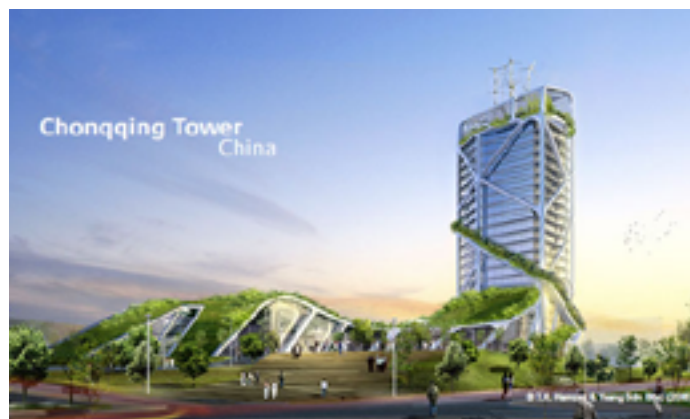
Lugar: Móstoles Sur, Madrid, España.  
Arquitectos: César Ruiz-Larrea, Antonio Gómez.  
Fechas: Proyecto, Junio 2006. Fin de obra, Junio 2009.

“El edificio debería ser el hito equilibrado, el nuevo telón de fondo de la ciudad y seguir, con su forma, al sol en su movimiento por el cielo... Surgió así el Hemiciclo Solar...”<sup>1</sup>

<sup>1</sup> [http://es.wikiarquitectura.com/index.php/Edificio\\_Hemiciclo\\_Solar](http://es.wikiarquitectura.com/index.php/Edificio_Hemiciclo_Solar)



2.1



2.2



2.3

Edificios que apliquen los conceptos de arquitectura sostenible van a pareciendo alrededor del mundo poco a poco desde hace varios años y últimamente han tomando más fuerza, estos edificios se encuentran principalmente en los países desarrollados teniendo fuerza en Europa, Japón, China, Australia y Estados Unidos; y un poco al sur como en Argentina. En e son difíciles los países pobres prácticamente no existe, solo hay pocos ejemplos que son difíciles de encontrar por las distintas condiciones que poseemos.



2.4



Es un edificio que nace de un concurso, en el cual la forma tenía que ser en L, con esta forma los arquitectos no podía aprovechar las condiciones energéticas del lugar, se plantearon esta forma donde podían aprovechar la orientación y ventilación cruzada, también generar una coherencia urbana. El nombre de hemicycle solar proviene ya que el diseño de la edificación sigue al sol.



2.5



“Fue el primer edificio residencial en Europa en utilizar un sistema de geotermia horizontal por aire (también llamado de “pozos canadienses”), reduce en un 50-60% el consumo de energía respecto a un edificio de viviendas convencional (desafortunadamente no es lo habitual en la inmensa mayoría de viviendas que se construyen en nuestro país) y además lo hace con un coste de construcción muy contenido (763 euros/m2 construido).”<sup>1</sup>

<sup>1</sup> <http://arquitecturaresopal.wordpress.com/hemiciclo-solar-rla-ruiz-y-larrea-asociados/>

2.6





2.7



2.8

Es un bloque unitario orientado al sur para aprovechar la energía según su ubicación que con su ligera curvatura recoge al espacio público, respondiendo a las necesidades del programa, a la estética y a la eficiencia energética. Una estructura horizontal con la fachada sur acristalada para acumular aire caliente en el invierno y una fachada norte que posee pequeñas aberturas y patios bioclimáticos creando una doble piel.

Tiene 92 viviendas ubicadas en 6 plantas, locales comerciales a la calle en la planta baja y 118 plazas de estacionamiento en el sótano, en 11000m<sup>2</sup>. Reduce un 87% las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmosfera. Es proyectado para el alquiler de jóvenes o familias de rentas bajas, las viviendas aprovechan la diferencia energética norte-sur del lugar agrupándose en forma pasante, los espacios son fluidos para permitir la circulación del aire, los vientos del Sur se calientan en las galerías solares y los del norte captan vientos frescos en verano. Entre la zona comercial y viviendas se encuentra una marquesina volada 8m que sirve para proteger a la planta baja del exceso de radiación y lluvia, aquí están los comercios, el acceso a las viviendas y vanos para ser pasos públicos.

Casi la totalidad de las viviendas son de 2 dormitorios, con 1 baño, y tienen un espacio común de cocina-comedor-sala de estar y galería.



## 2.9 Unidad Habitacional



	<p>El volumen edificatorio propuesto en la normativa impide la ventilación cruzada y el soleamiento adecuado</p> <p>The buildable volume proposed in the regulation impedes the cross venting and the appropriate sun exposure.</p>
	<p>Se modifica la normativa y se propone un volumen en forma de hemicírculo solar que garantiza una óptima orientación. Se reduce la cunja para permitir viviendas pasantes.</p> <p>Regulation is modified and a volume with the shape of solar semicircle is proposed to guarantee an optimum orientation. The bay is reduced to make possible the open-ended houses.</p>
	<p>El vaciado del aparcamiento se reutiliza para generar una topografía (microclima y acústica). El hemicírculo solar se sitúa perpendicular al eje urbano. Se recupera la huella ecológica en la cubierta vegetal.</p> <p>The excavation of the parking area is reused to generate topography (microclimate and acoustics). The solar semicircle (Hemiciclo Solar) is placed perpendicular to the urban axis. The ecological print is brought back in the vegetal roof.</p>
	<p>Se dispone un sistema de intercambio aire-tierra con una red en peine de conductos enterrados a una profundidad media de 4m; las bocas de captación toman el aire de la zona arbolada y en sombra.</p> <p>An air/land exchange system is arranged with an array net of underground piping at an average depth of 4m; collector inlets take the air from the trees shade area.</p>
	<p>Las viviendas se sitúan entre dos colchones (norte y sur) de captación y protección.</p> <p>The houses are placed between two collector and protector layers (North and South).</p>
	<p>La envolvente sur se especializa con una solución constructiva de celosías.</p> <p>La envolvente norte se especializa con una solución constructiva de paneles de policarbonato.</p> <p>The South envelope is specialized with a blinds constructive solution.</p> <p>The North envelope is specialized with a constructive solution of polycarbonate panels.</p>
	<p>El aire enfriado de manera natural es impulsado mecánicamente a través de las UTAs y dirigido hasta las viviendas mediante una red vertical de conductos que entregan el aire a las viviendas a través de un sistema interno de rejillas y aireadores.</p> <p>The naturally cooled air is mechanically impelled through the ATTs and led to the houses by means of a piping vertical net which distribute the air to the houses through an inside system of grilles and vent strokes.</p>
	<p>La extracción del aire viciado se apoya con un sistema natural de chimeneas solares.</p> <p>The stuffy air extraction is supported by a natural system of solar chimneys.</p>
	<p>Se vacía o se complementa el volumen edificatorio. Estos vacíos favorecen la ventilación y permiten enriquecer el volumen con espacios públicos.</p> <p>The buildable volume is excavated or complemented. These excavations make venting easier and enable to enrich the volume with public spaces.</p>
	<p>El vaciado parcial del zócalo favorece la ventilación y el flujo de personas por el espacio público de la plaza.</p> <p>The basements' partial perforation makes the venting and the people flow easier through the square public space.</p>

2.10

2.11

La fachada sur es un gran captador en el invierno y brinda sombra en el verano, así la envolvente es flexible según las aperturas que sean necesarias. Para su protección posee celosías en forma de lamas de aluminio. Aquí se encuentran galerías que aprovechan la radiación solar por efecto invernadero aumentando la temperatura del aire, en el cielo raso hay ductos que llevan el aire al interior por conectividad desplazando al aire frío. En el verano para que no se caliente las galerías solares existen lamas retractiles que protegen a la fachada de la radiación.



2.12



2.13



2.14

La fachada norte permite la entrada de luz al interior y sirve también de barrera acústica, es permeable a los vientos nocturnos en verano y protege los corredores de circulación de los vientos fríos en invierno. Crea una composición urbana al generar ritmos con los paneles de colores ubicados en la curvatura, se utilizaron paneles de policarbonato, atrás de ellos se encuentran los corredores y patios a distintas alturas.



2.15





2.16



2.17



2.19

Está construido principalmente por hormigón armado in situ y bloques de hormigón, carpintería de aluminio y vidrio, placas de yeso laminado para la tabiquería interior y laminas de policarbonato para crear la doble pared en la fachada norte.

Utiliza sistemas activos que aprovechan la geometría del edificio según la radiación del lugar. Tiene 275m<sup>2</sup> de paneles fotovoltaicos que producen 55 MWh/año ubicadas en las pérgolas de la cubierta dando sombra. Los sistemas de paneles captadores solares tienen 140m<sup>2</sup>, están en la marquesina de la planta baja y así la sombra del edificio en verano evita recalentamientos del sistema, están conectados a un depósito de 6500 l.

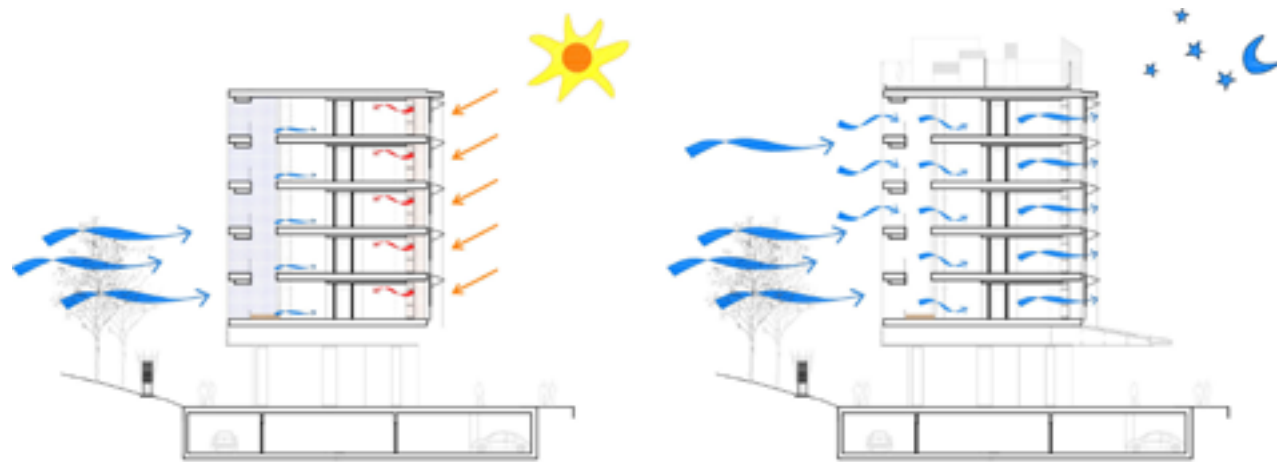
Además para el sistema de climatización y renovación de aire tiene conductos enterrados que renuevan el aire en todo el año y por sistemas pasi-

vos refrigeran como alternativa al aire acondicionado. Este conducto está enterrado 5 m, aquí existe una temperatura constante en el año entre 14 y 16 °C en el suelo, el aire exterior es captado por 10 bocas al norte del edificio donde hay sombra y jardines por donde ingresa el aire. En verano el aire se enfría por el terreno alrededor del conducto que está a una temperatura menor y en invierno es al revés ya que el suelo está a una temperatura mayor que el aire. Luego el aire pasa por una unidad de tratamiento (UTAs) para ser distribuido por un conducto vertical en el edificio. Pero además en las UTAs el aire termina de acondicionarse, en verano se humidifica y se refresca aún un poco más (con agua fría), en invierno el aire se calienta un poco más al pasar por un intercambiador de calor de agua caliente de los paneles solares térmicos.

La cubierta es ecológica donde las plantas disipan la radiación incidente, igual sirve para ser un lugar público donde existen pérgolas con paneles fotovoltaicos y paneles captadores solares. Esta parte del proyecto no se construye como está diseñado.



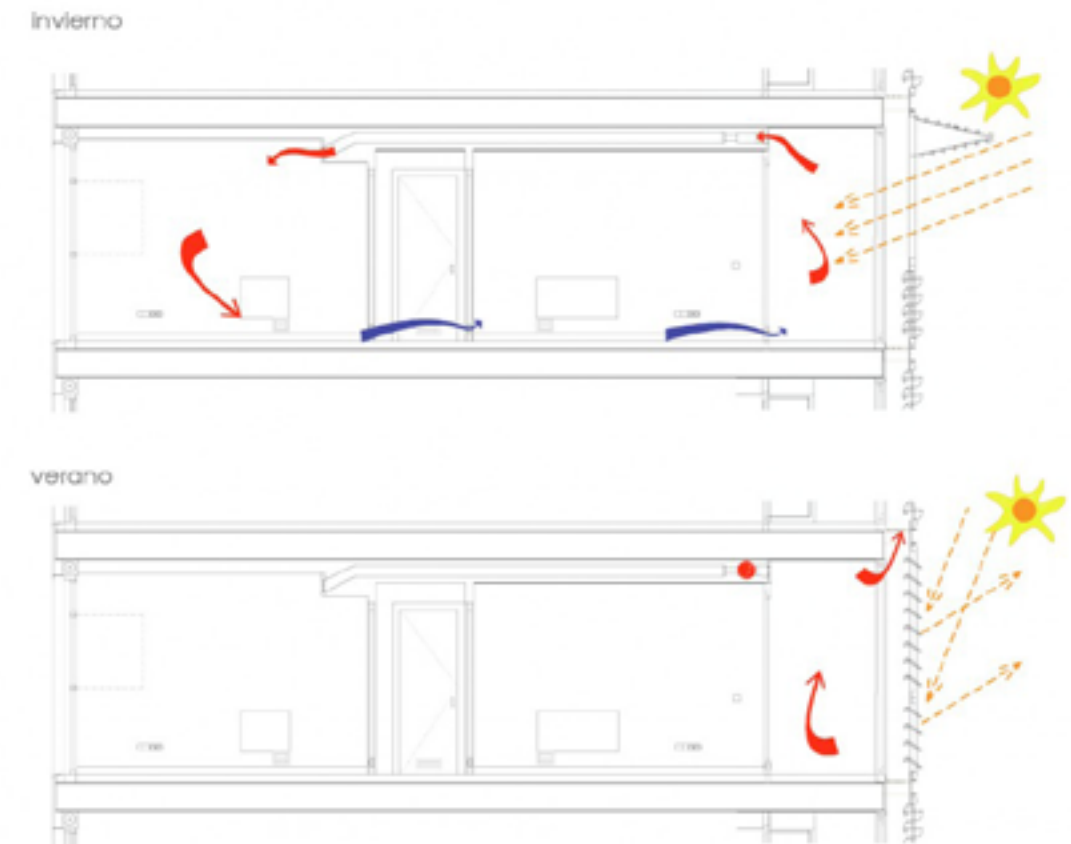
2.18



Envolvente energética - Energetic building cover

Verano noche y períodos de entretiempo -  
Summer night and spring/autumn periods

2.20

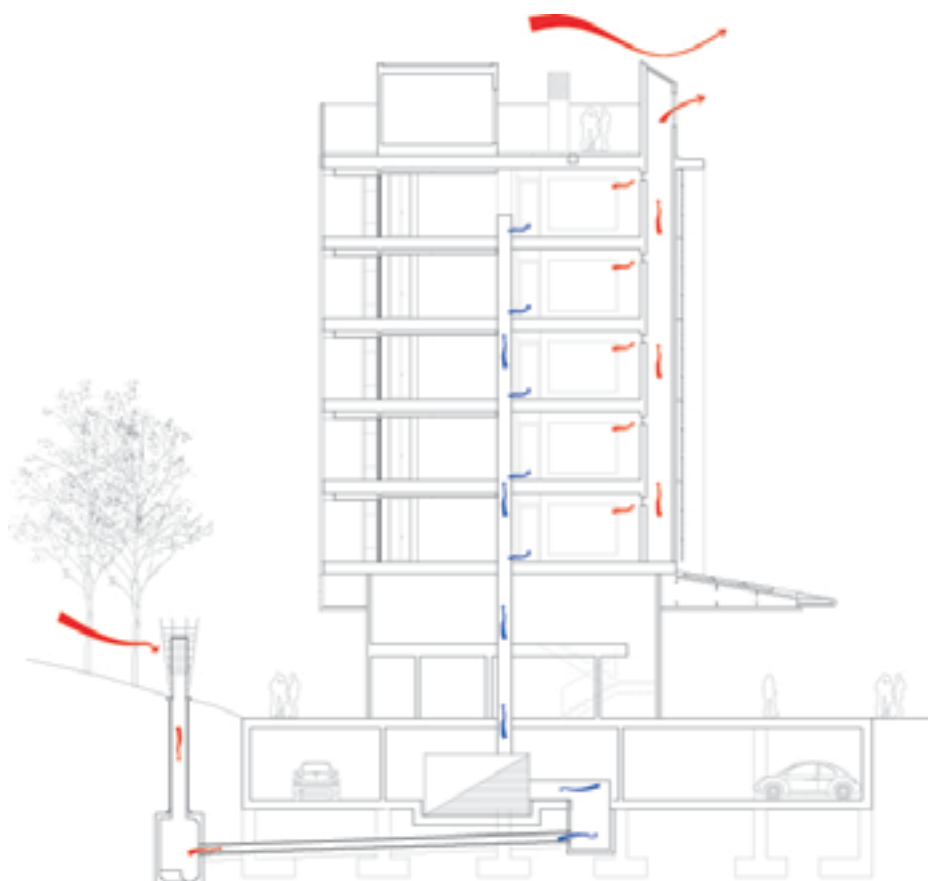


2.21

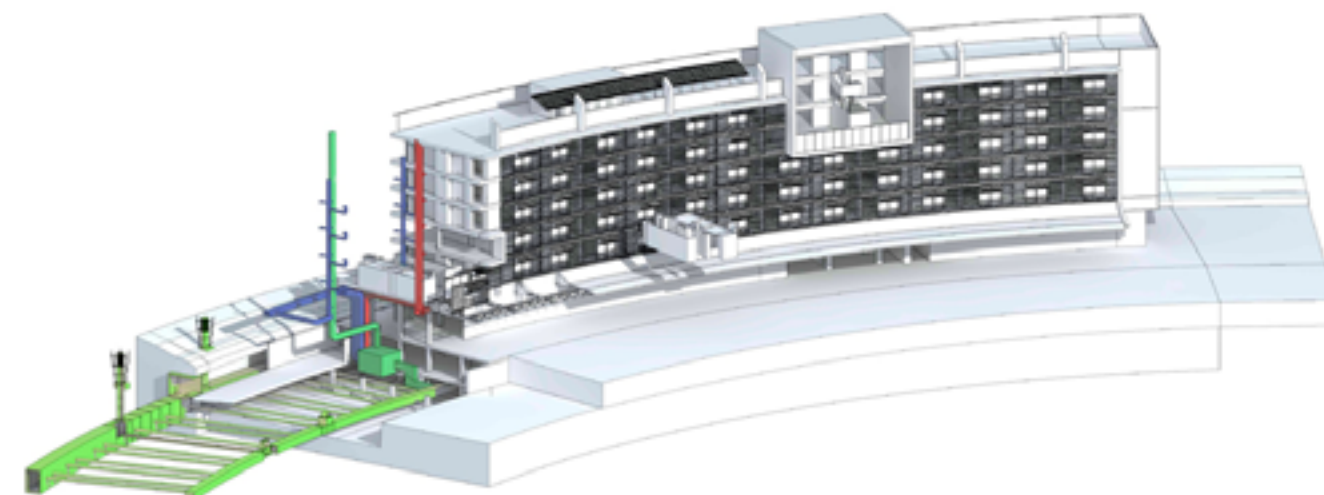
En invierno la fachada norte protege de los vientos, la fachada sur actúa con las galerías solares. En verano los vientos del norte a través de la ventilación cruzada refrescan a la edificación.

En invierno el aire caliente de la galería solar mediante ductos es llevada la interior. En verano las galerías son protegidas con lamas para que no se caliente.





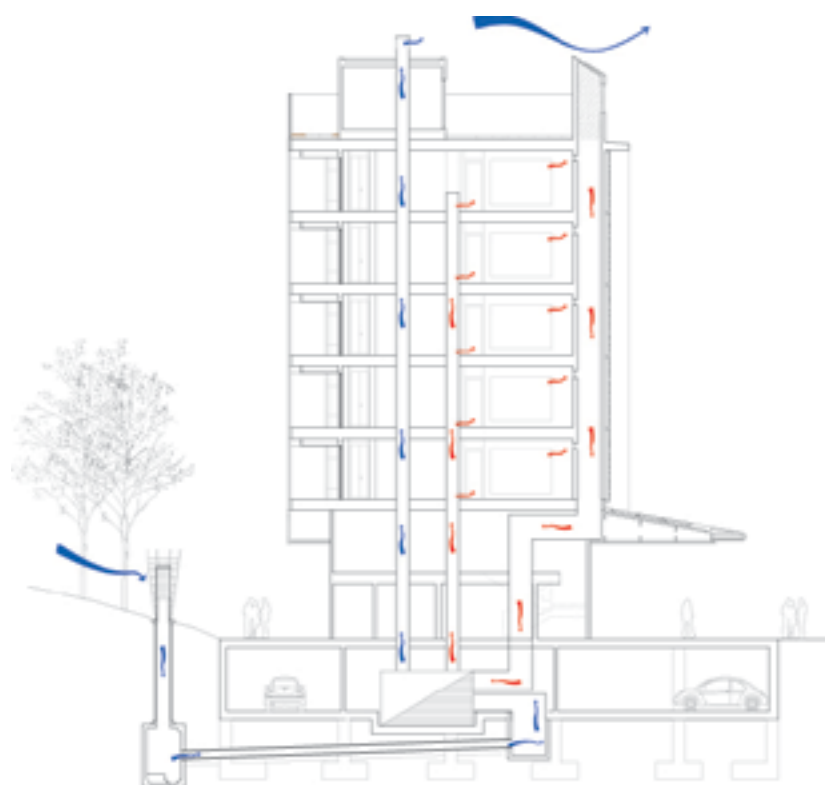
2.22



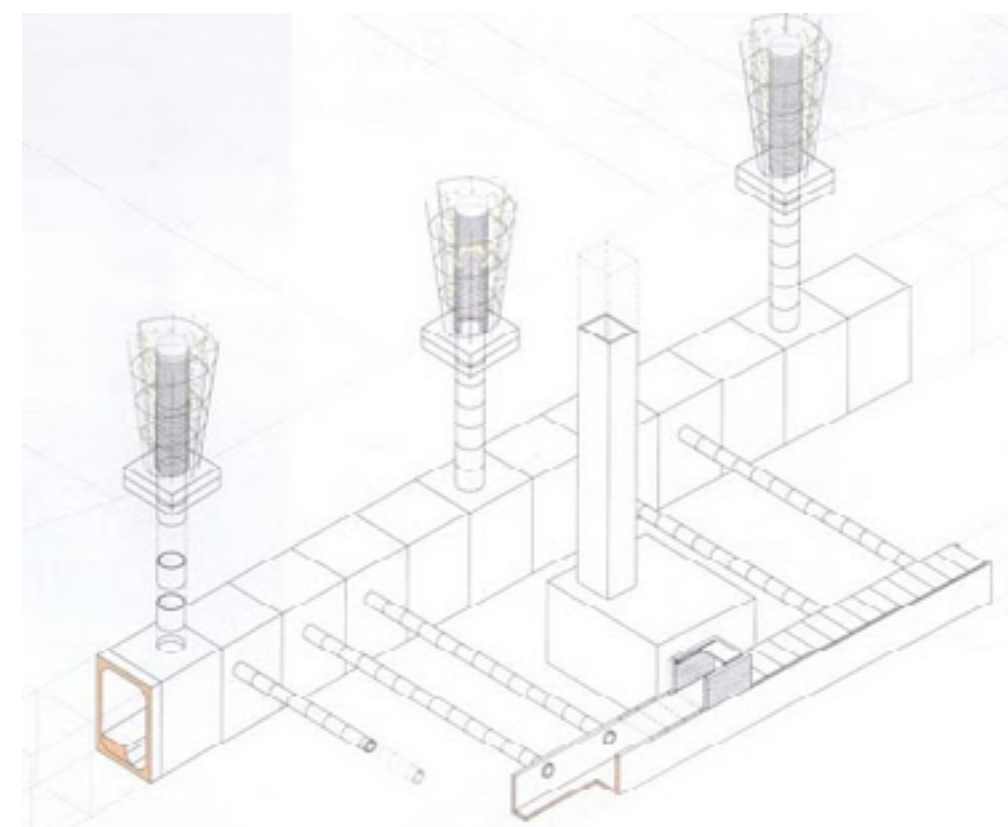
Ductos enterrados, horizontales y verticales en la edificación.

2.24

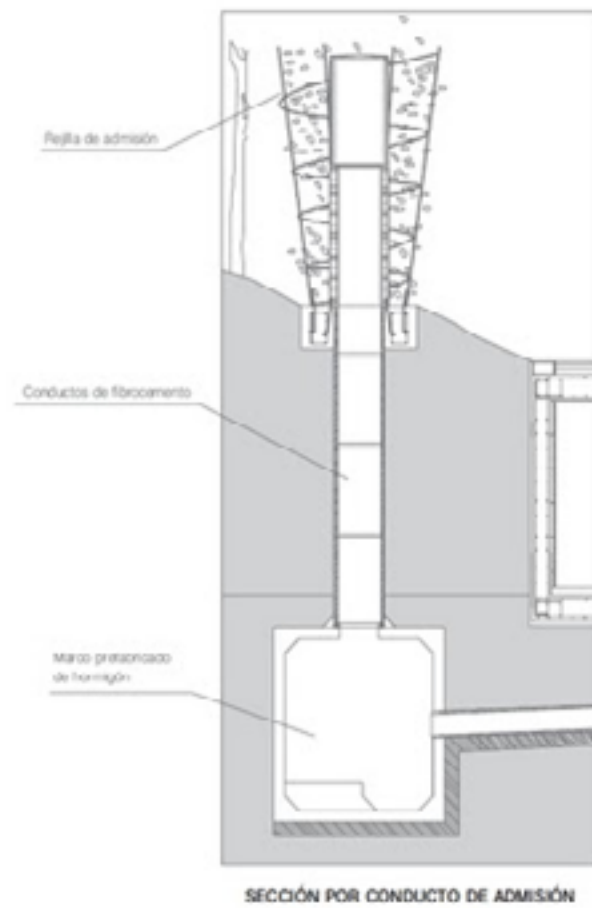
En verano el aire caliente entra por geotermia a los ductos enterrados, así se enfría el aire para entrar por ductos vertical al edificio y refrescarlos, en invierno el aire frío entra y es calentado para sustituir al aire frío en la edificación.



2.23



2.25

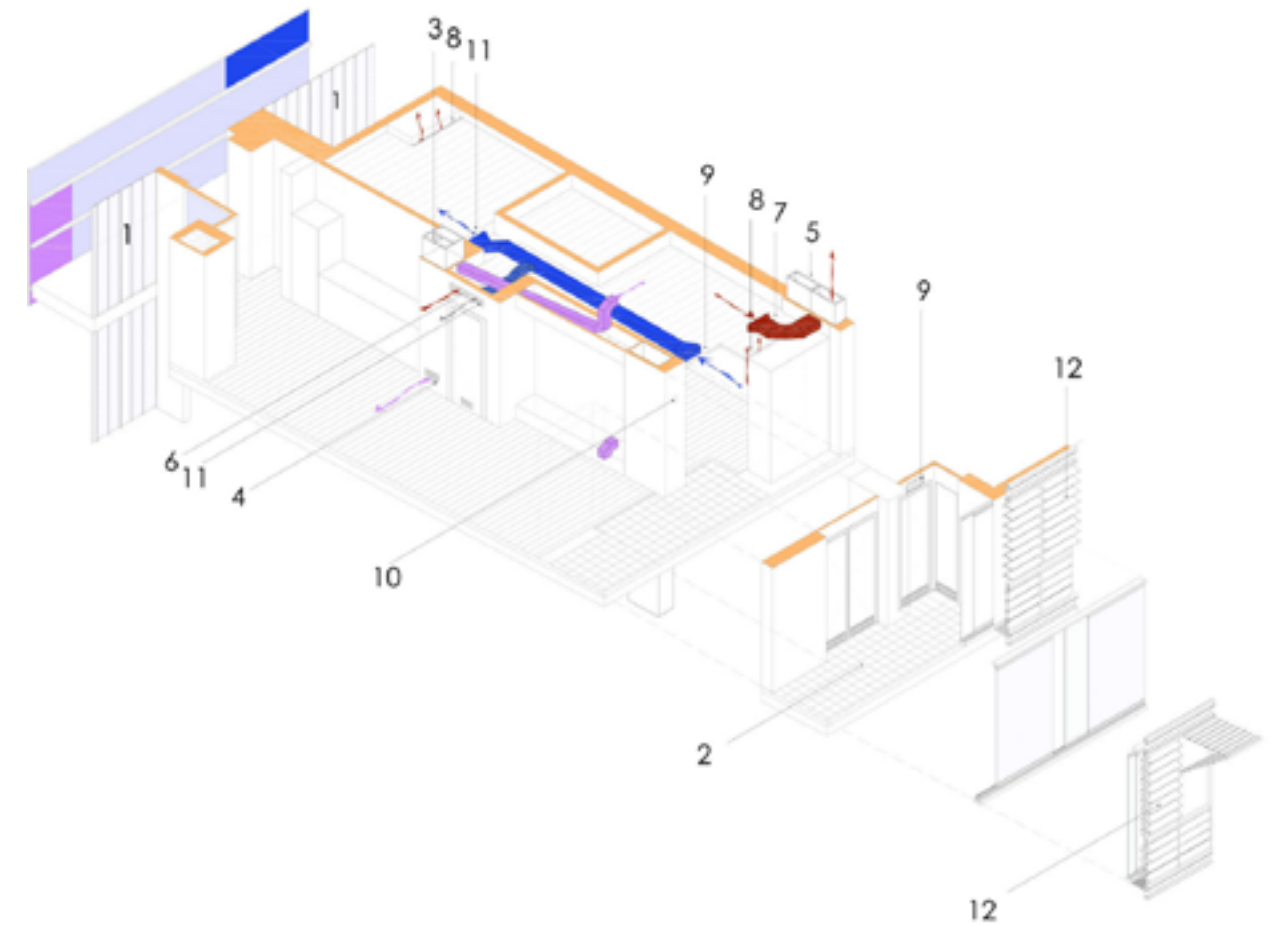


2.26

Los ductos enterrados recogen el aire exterior a través de otros ductos creando sistemas de ventilación por geotermia.



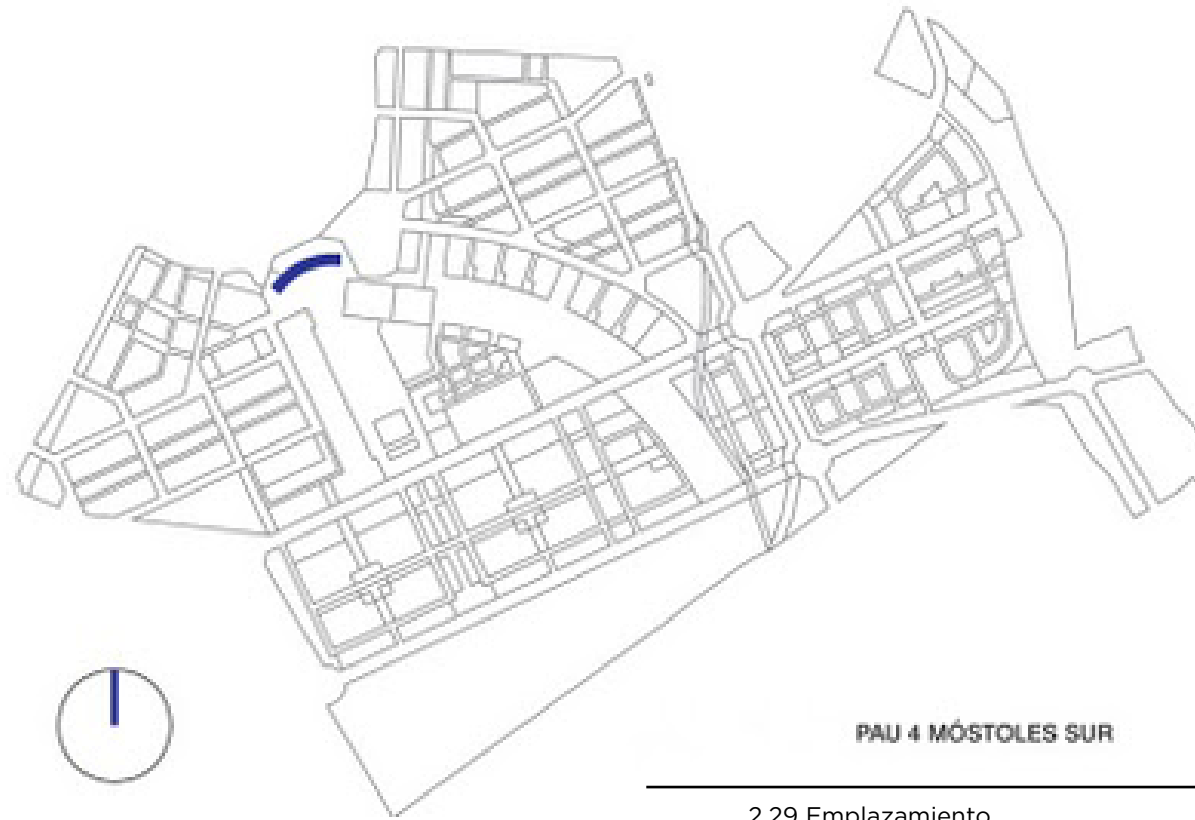
2.27



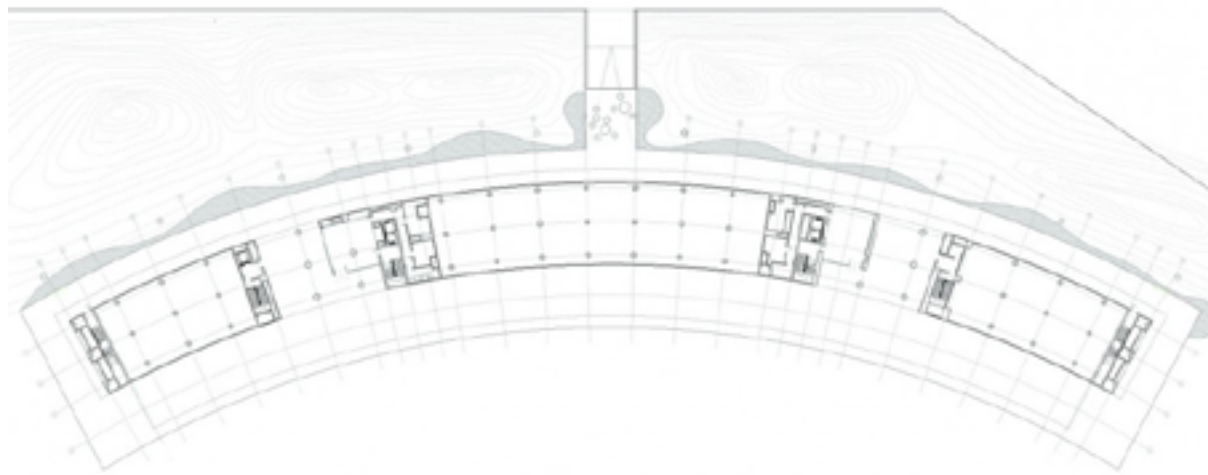
1. Patios y ventanas orientados a Norte: ventilación y refrescamiento nocturno durante el verano.
2. Galería solar al Sur: calentamiento del aire durante los días soleados del invierno y periodos de entretiempo.
3. Columna de impulsión del aire pretratado de renovación procedente del sistema de conductos enterrados.
4. Conductos y rejillas de distribución del aire pretratado a las estancias de la casa. En el caso de las habitaciones, la rejilla se sitúa debajo de los radiadores, de modo que el aire pueda calentarse e inducir el movimiento convectivo.
5. Chimenea solar.
6. Rejillas de extracción del aire viciado.
7. Conducto de extracción integrado en falso techo.
8. Retorno de aire viciado por falso techo.
9. Rejilla y ventilador de impulsión del aire pretratado en la galería solar.
10. Conducto de distribución.
11. Rejilla de extracción.
12. Celosía de lamas orientables.

2.28

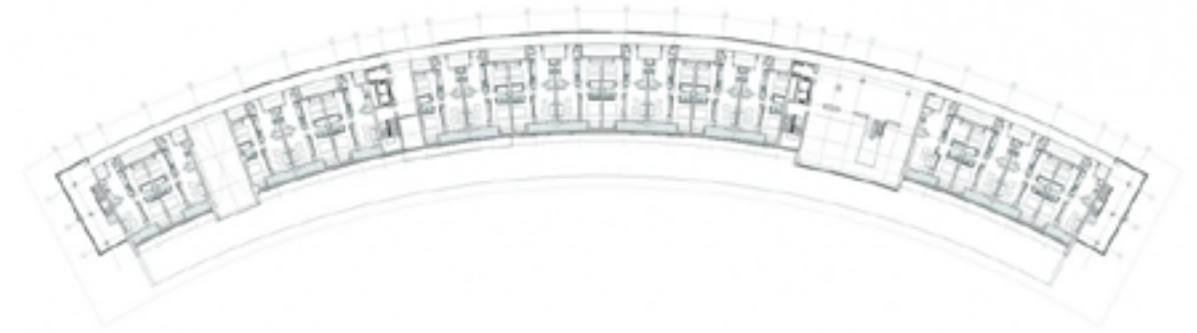




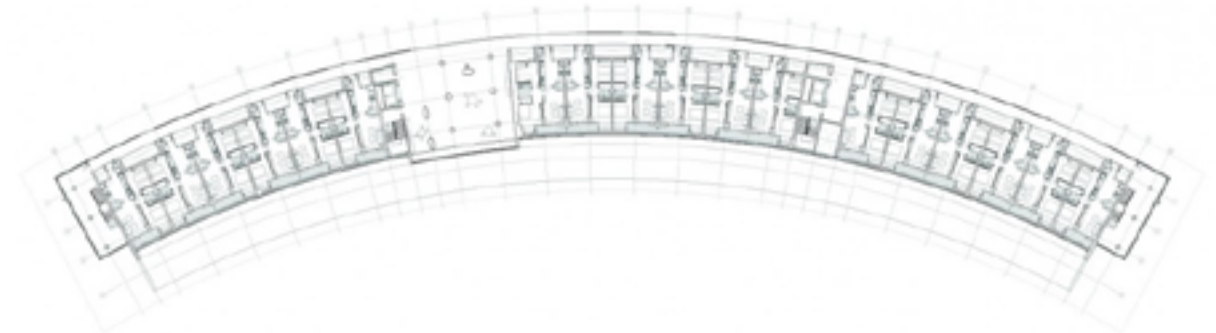
2.29 Emplazamiento.



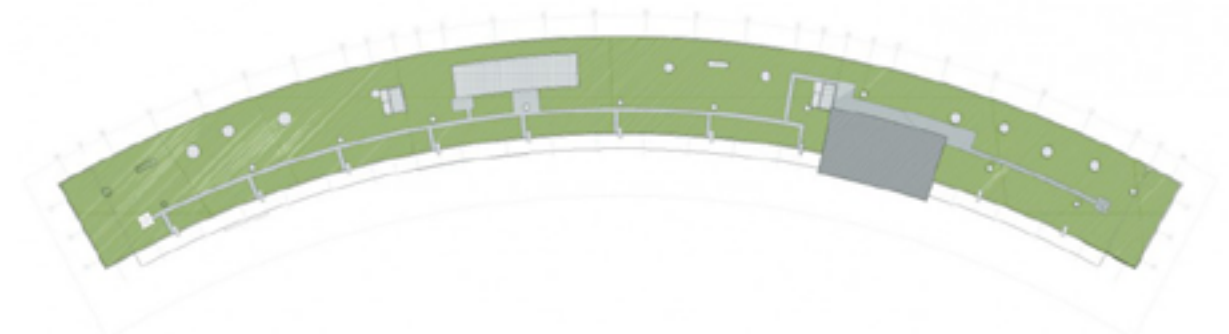
2.30 Planta baja.



2.31 Quinta planta.



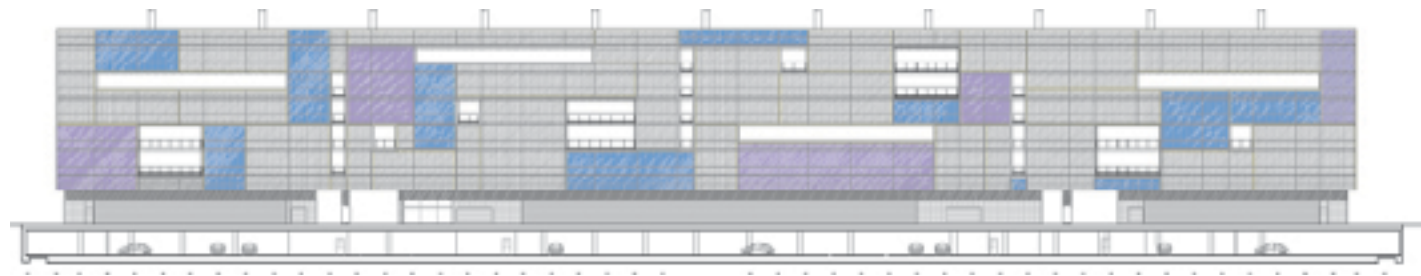
2.32 Tercera planta.



2.33 Planta de cubierta.



2.34 Fachada sur.



2.35 Fachada norte.

Información, gráficos y fotos recopiladas de las siguientes fuentes:

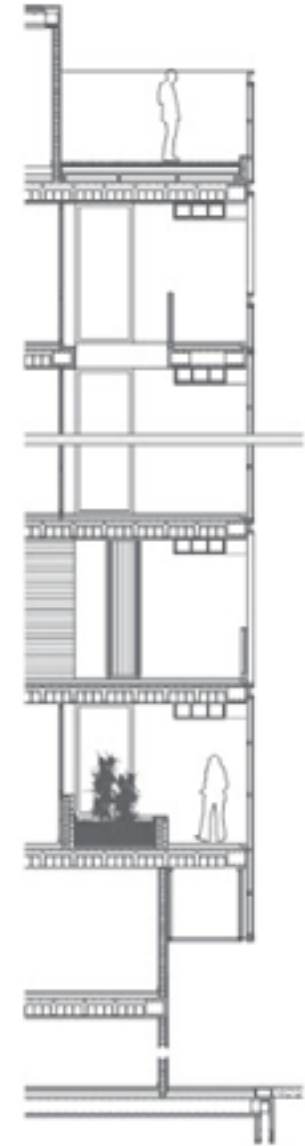
- <http://arquidelphos.blogspot.com/2011/09/green-design-arquitectura-bioclimatica.html>
- <http://arquidelphos.blogspot.com/2011/09/green-design-arquitectura-bioclimatica.html>
- [http://es.wikiarquitectura.com/index.php/Edificio\\_Hemiciclo\\_Solar](http://es.wikiarquitectura.com/index.php/Edificio_Hemiciclo_Solar)
- <http://hablemosunpocodetodo.blogspot.com/2010/12/hemiciclo-solar-en-mostoles-ruiz-larrea.html>



SECCIÓN POR CHIMENEA SOLAR

2.36 Sección sur, galerías solares.

Es un edificio donde su diseño es proyectado según la orientación para aprovechar la radiación del sol y los vientos cruzados, proyectado para gente que no tienen ingresos altos demostrándonos que eso no es una condicionante para un buen diseño sostenible. Para nuestro medio nos sirve los ductos horizontales y verticales de



SECCIÓN POR GALERÍA DE ACCESO

2.37 Sección norte, circulación horizontal y patios.

geotermia donde podemos calentar el aire, también las galerías solares para calentar las edificaciones.

La forma del hemiciclo igual permite que todos los departamentos tenga un adecuada iluminación en las mañana y tardes, además de poder controlar la ventilación en cada departamento.



## 2.2 Complejo Residencial Liri Blau.

**Luis de Garrido.**



2.38

Lugar: Valencia, España.  
Arquitectos: Luis de Garrido.



2.39

Son 129 viviendas ecológicas, ocupan 12500 m<sup>2</sup> de construcción, optimizan los recursos y reducen el consumo energético por la utilización de fuentes alternativas, así disminuyen los residuos y emisiones. Posee varias tipologías de bloques y viviendas, los bloques son separados para aprovechar la radiación solar en el invierno, esto con la ayuda de patios públicos o privados ubicados estratégicamente en la edificación. Tienen cubiertas ajardinadas que sirven de huertos.

El proceso de diseño y estrategias constructivas son 100% sostenibles y ecológicas, siendo un referente para Europa. Se logró que la edificación solo consuma entre un 30% a un 40% del consumo de una edificación normal con estas características de uso. Los materiales utilizados son reciclados en una parte y otros son materiales que luego se va a poder reciclar como la madera.



2.40





2.41



2.42

Los bloques son lineales con retranqueos. Las viviendas son adosadas de dos en dos obteniendo 3 fachadas, en la fachada norte tienen galerías que acumulan el aire fresco para distribuir-la en las casas por ventilación cruzada, las 3 fachadas permiten realizar una ventilación cruzada optima.

La orientación principal es hacia el sur para que a través del diseño espacial y de los detalles el edificio se caliente en invierno y refresque en verano sin sistemas mecánicos. El principal material utilizado es el de bloques de termo-arcilla (ladrillos) que poseen una elevada inercia térmica. El muro se vuelve transpirable e impide la salida de calor.



2.43



2.44

Utiliza el sistema de geotérmica para refrescar el aire en verano (es un sistema arquitectónico para refrescar el aire, aprovechando las bajas temperaturas existentes bajo tierra, en las galerías subterráneas debajo de la tierra). Para que no se caliente en verano las fachadas norte y sur acristaladas tiene protecciones solares.

Sus muros son de alta inercia térmica, su cubierta ajardinada funciona de aislante a las temperaturas. El aire se calienta en las galerías y por rejillas es llevado a las habitaciones, en invierno para calentar el aire existen chimeneas solares en las cubiertas.

Se aprovecha al sol para el agua caliente sanitaria y la iluminación, el viento para ventilación, la tierra para refrescar las viviendas, el agua lluvia para el riego de jardines.

Posee aislamientos para no perder Posee buenos aislamientos para no perder el calor y la energía. Al norte y al sur posee acristalamiento para captar la radiación solar, para el aire frio posee galerías subterráneas. El correcto asilamiento no permite que se pierda calor y por la alta iluminación se genera el efecto invernadero para calentar el aire. En invierno utiliza sistemas de calefacción eléctrica por las noches reduciendo en un 50% la energía requerida.



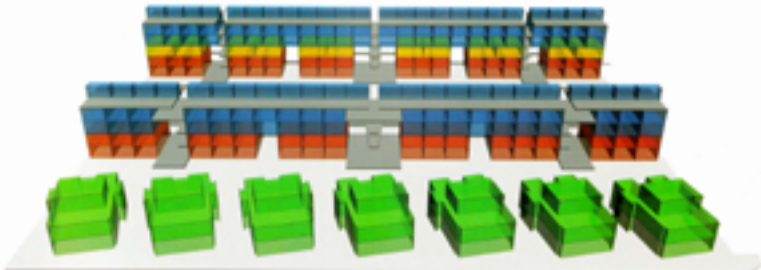
2.45 Bloques.

2.46 Bloques.

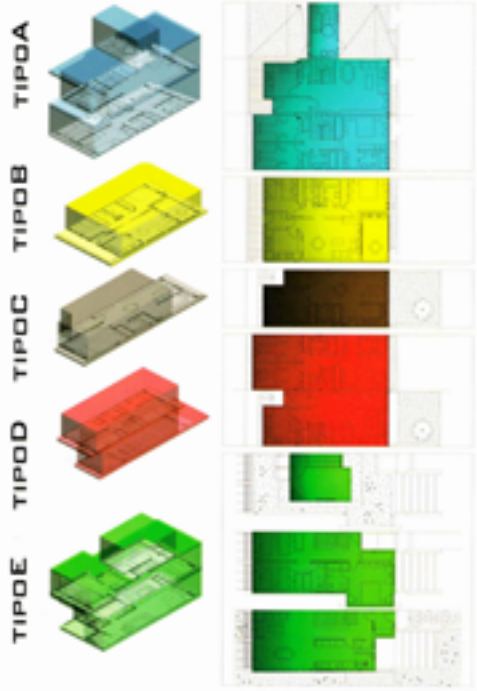
2.47 Vivienda.

2.48 Vivienda.

N



S

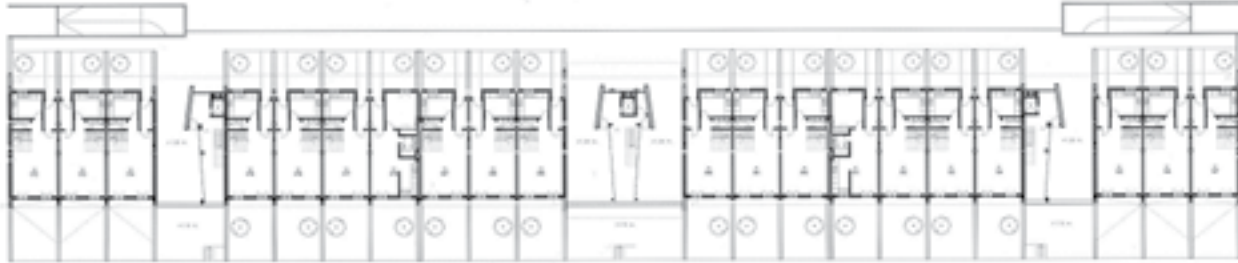


2.49 Tipología y bloques.

2.50 Emplazamiento. Viviendas a la izquierda, bloques de edificios a la derecha.



N

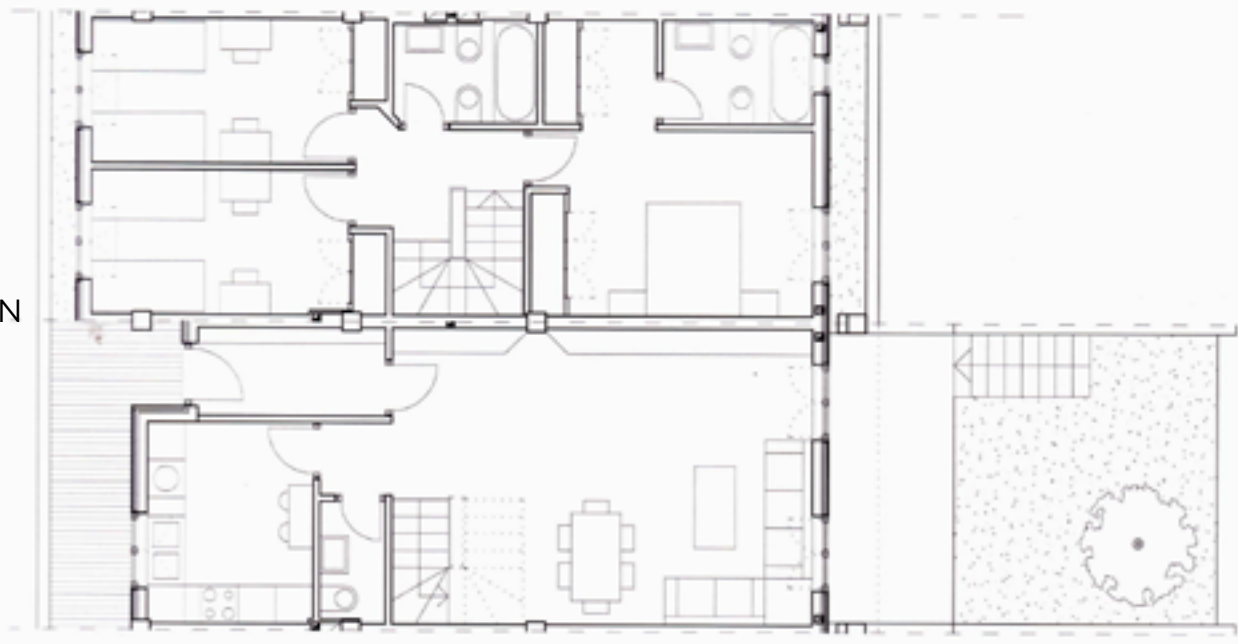


S



2.51 Planta de los bloques.

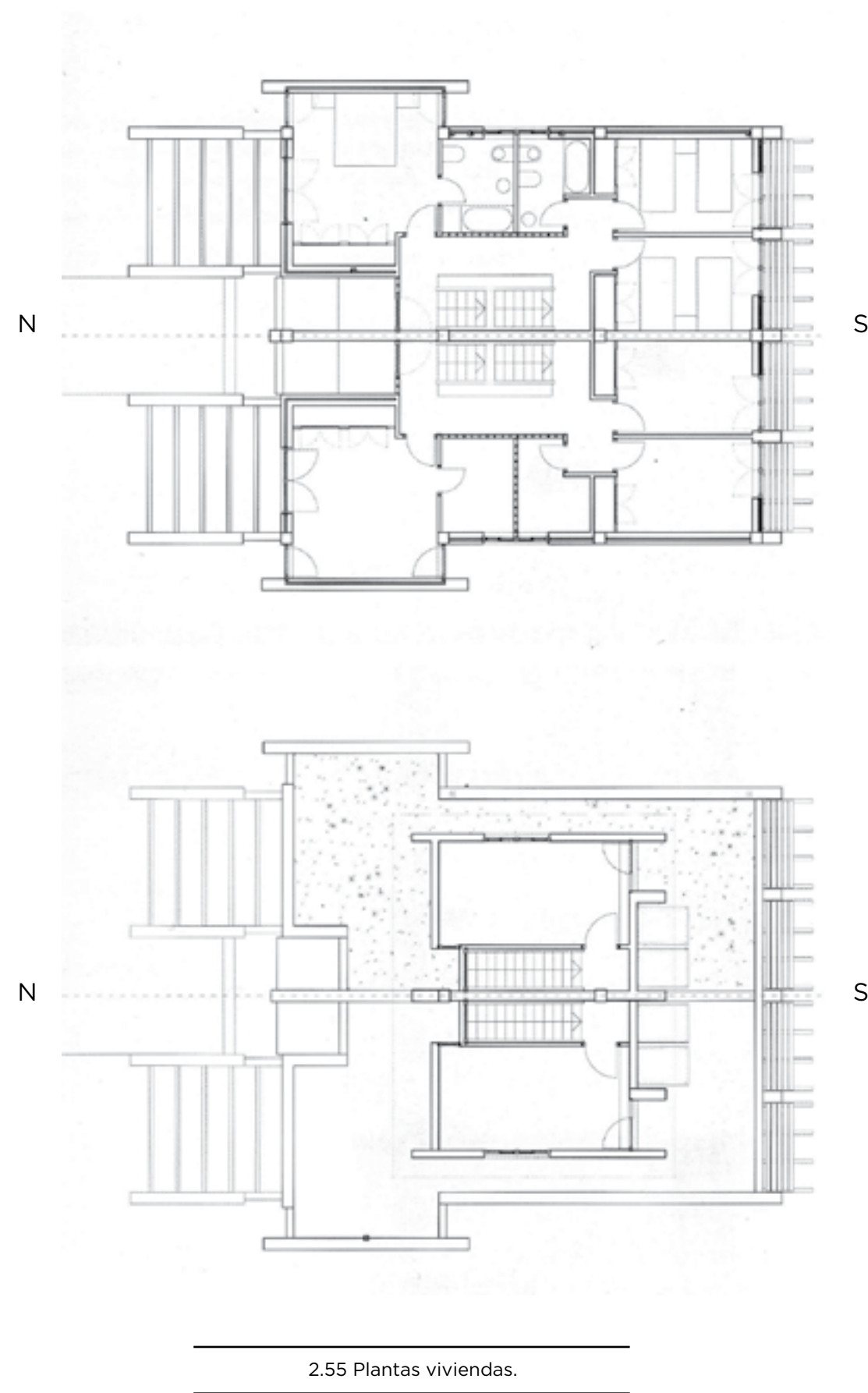
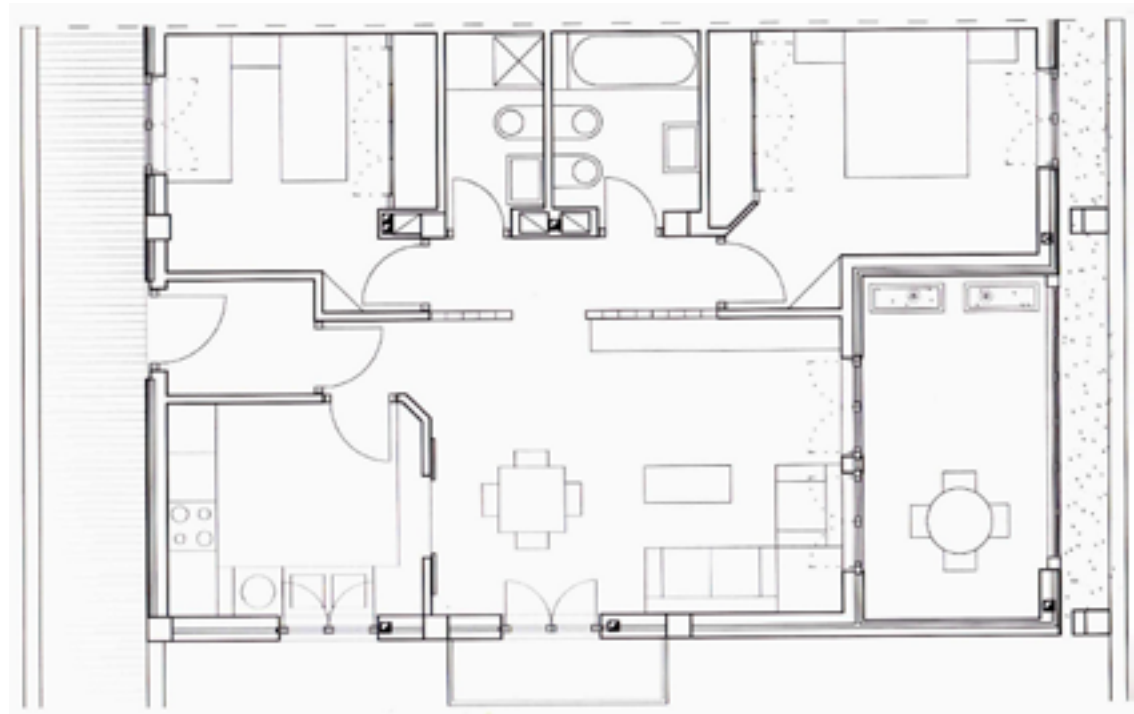
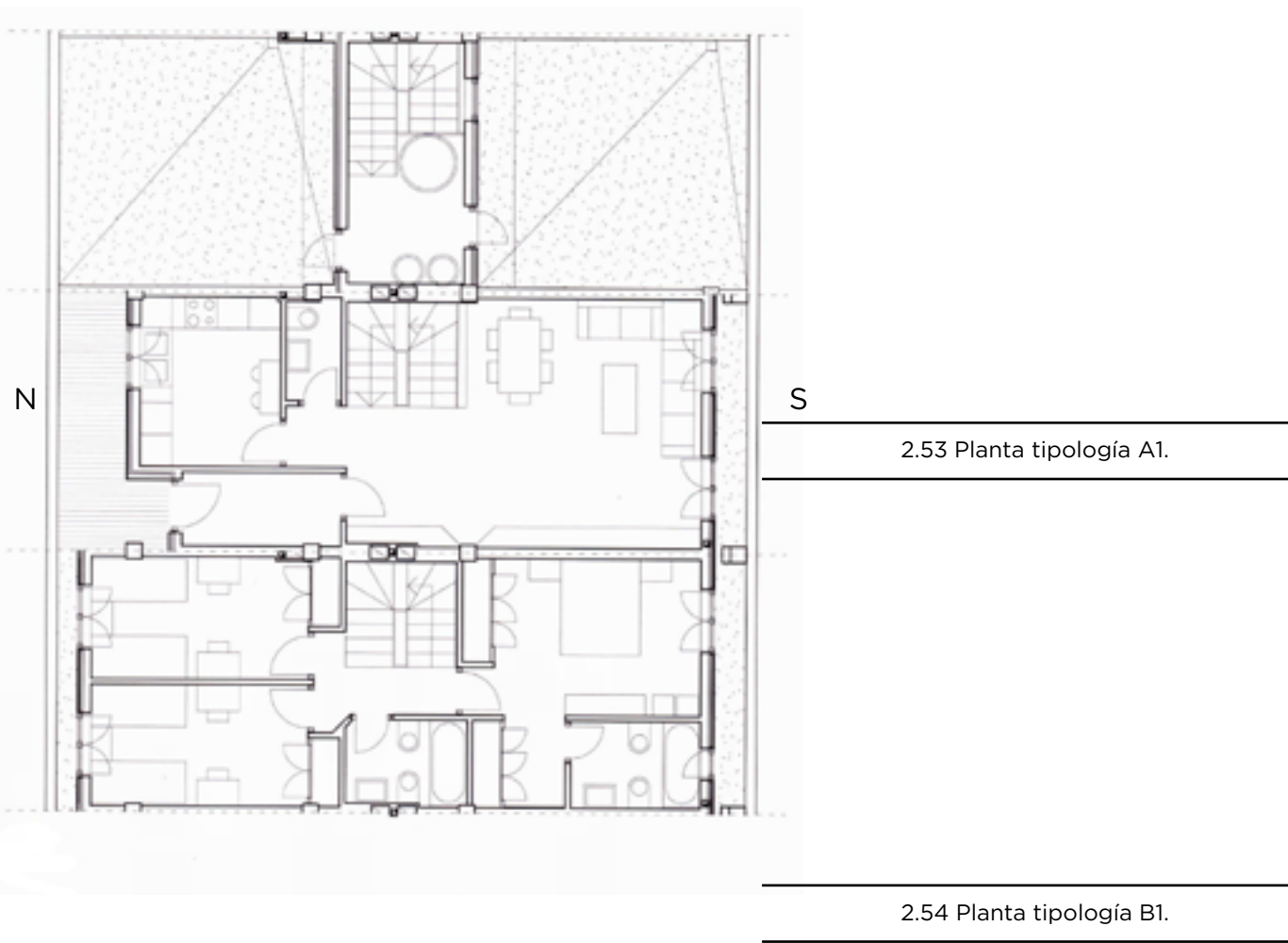
N

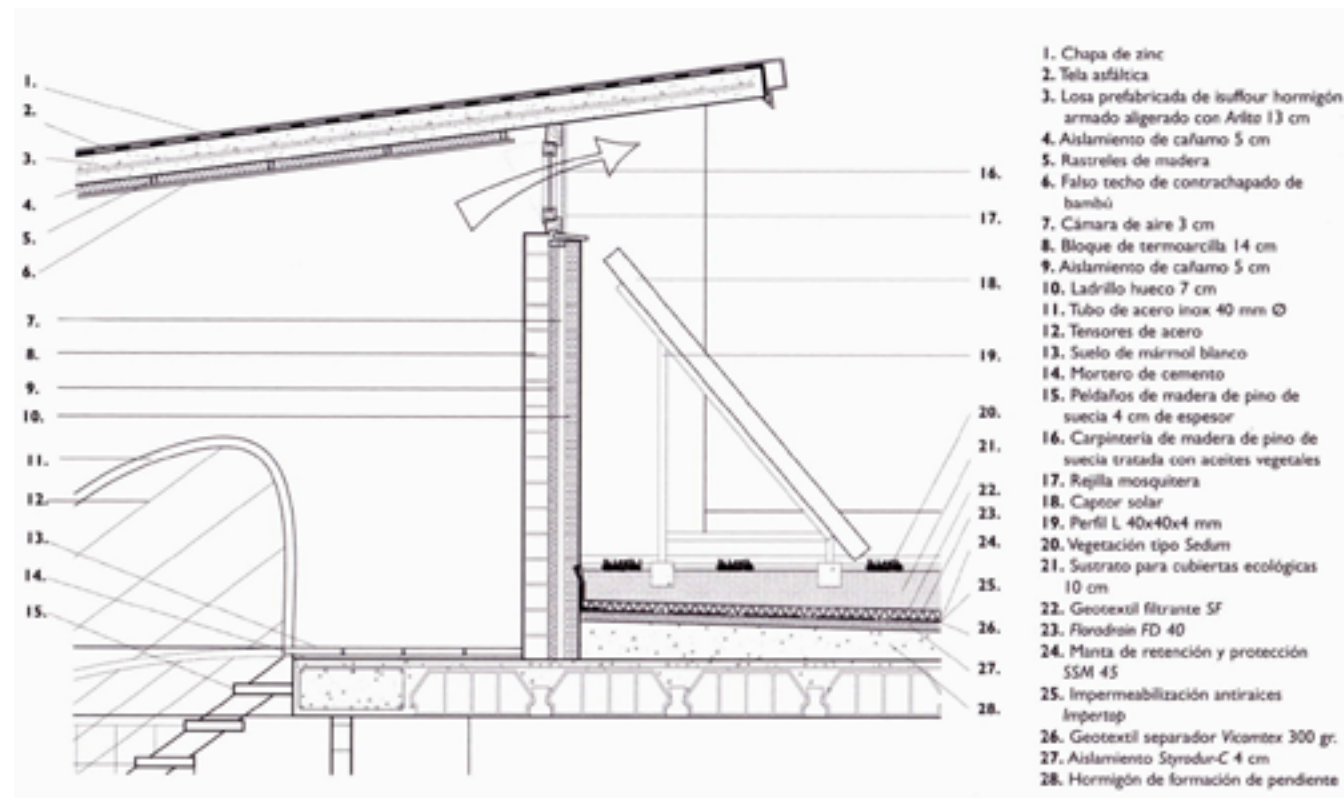


S

2.52 Planta tipología D1.







2.56 Detalle de la ventilación cruzada.

Estas edificaciones aprovechan la ventilación cruzada para enfriar los ambientes, protegiéndose de la radiación directa en verano con la utilización de toldos y plantas, en invierno permiten que entre la radiación para que los materiales de alta inercia térmica la recojan y así suelten calor a lo largo del día, otra herramienta utilizada en invierno es la de las chimeneas solares y en verano sistemas de geotermia. Es importante por el diseño de los procesos constructivos y uso de materiales de bajo consumo energético en su fabricación, disminuye desperdicios.

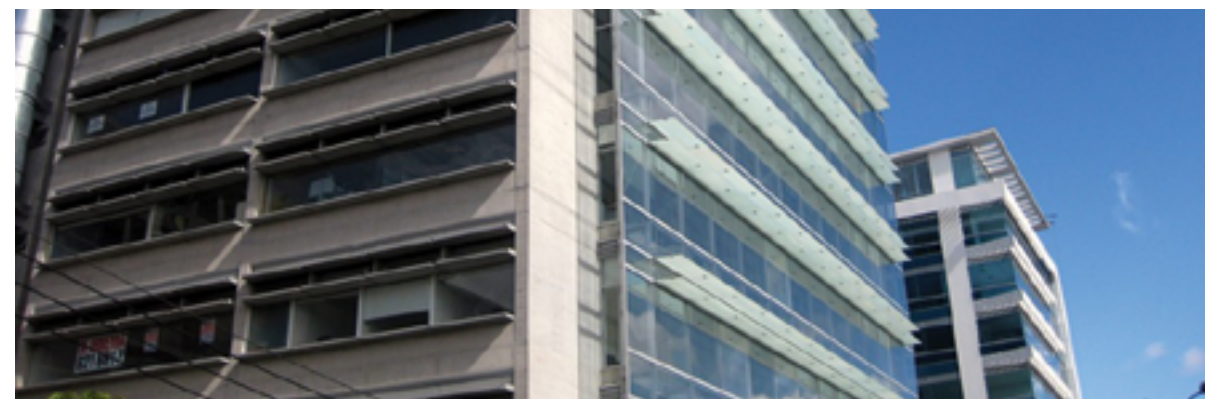
La utilización de ladrillo es importante porque nosotros lo tenemos, requiere poca energía en su producción y transporte al ser fabricado aquí con elementos de la zona. También utiliza materiales reciclados para su construcción ahorran más energía que se hubiera requerido para la producción de ellos

Información, gráficos y fotos recopiladas de las siguientes fuentes:

- MINGUET, Josep Maria. Bioclimatic Architecture. Barcelona - España, Monsa, 2009.
- DEGARRIDO, Luis. Complejo Lliri Blau. Abril 2012. [https://www.facebook.com/media/set/?set=a.484331390590.385155.480671345590&type=1&comment\\_id=32183711&offset=0&total\\_comments=5](https://www.facebook.com/media/set/?set=a.484331390590.385155.480671345590&type=1&comment_id=32183711&offset=0&total_comments=5). 24/01/2013

## 2.3 Torre Proksol.

Mauricio Rojas.



2.57

Lugar: Bogotá, Colombia.  
Arquitectos: Mauricio Rojas, Germán Rodríguez, Luis Rodríguez.

Es un edificio de oficinas que presenta nuevas formas de construcción y uso de los espacios de trabajo con mayor cantidad de trabajadores, también la utilización de equipos que generan calor, en Bogotá las temperaturas pasan de máximo a mínimas en un solo día. Tiene 10 pisos de oficinas y 3 subsuelos de parqueaderos en 12800 m2 de construcción.



2.58



2.59

Consiste en un bloque de planta libre para que funcionen las oficinas y un bloque aparte de servicio, esto permite una correcta iluminación y ventilación. En el bloque de la zona de servicio se encuentran las circulaciones (ascensores y escaleras), ductos, baños y otros.





El edificio aprovecha la ventilación cruzada para refrescar los ambientes y renovar el aire en los espacios de trabajo, en la noche el aire ventila las placas de entrepiso que acumularon calor en el día, así se encuentra un equilibrio térmico durante todo el día.

2.60

Al nor-occidente se protege el exceso de radiación de las tardes, esto también sirve para reducir el impacto de ruido y contaminación que genera una vía de lato tráfico que existe. Se utiliza una doble piel de vidrio que por el sistema termosifón saca el aire caliente con aperturas en la parte baja y alta del edificio. En los costados norte y sur entre junio y diciembre reciben radiación, por eso se instalaron aleros que protejan, estas también sirven de bandejas de luz que reflejan la iluminación al cielo raso esparciéndose en el interior con claridad.



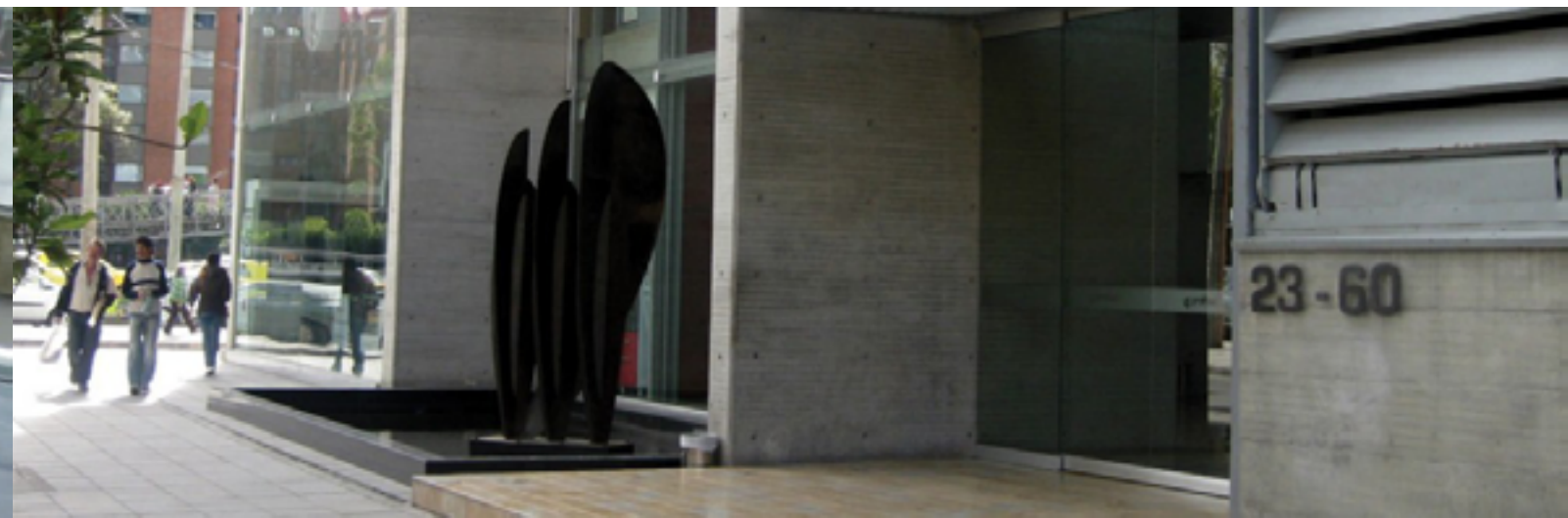
2.63



En la última planta existe una terraza con jardines y suelos aislados para evitar el exceso de la radiación en el último piso de oficinas, así también funciona de un sitio de esparcimiento con vistas a la ciudad.

2.62

2.64





## 2 Ejemplos de arquitectura sostenible Francisco Coellar Heredia



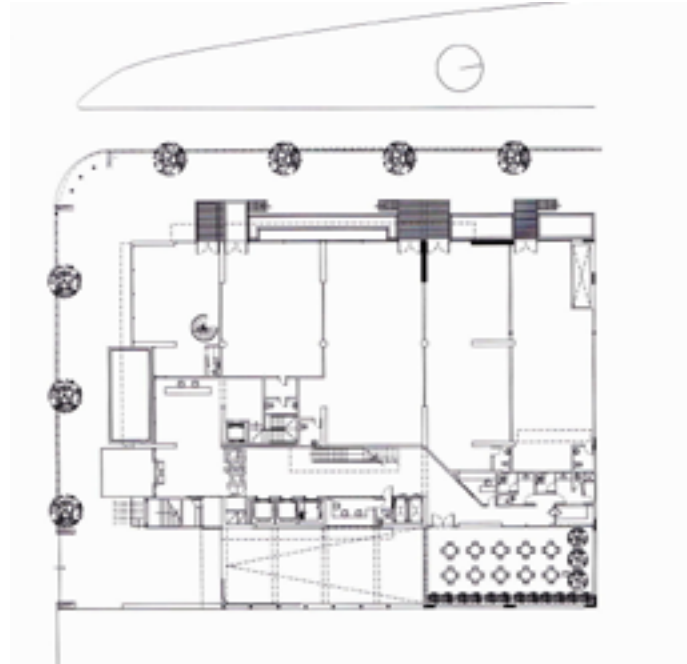
2.65



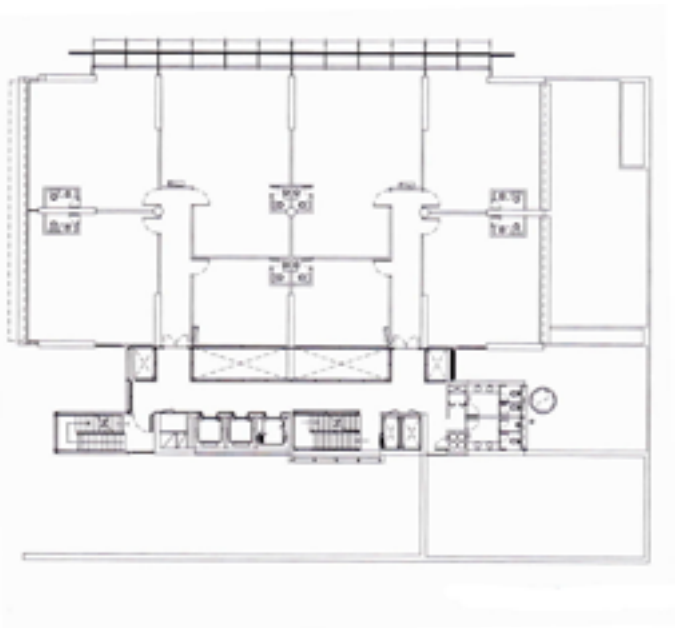
2.66

“Sin duda alguna la torre Proksol es un buen ejemplo que cómo en el desarrollo sostenible debe existir un equilibrio entre lo económico, lo ambiental y lo social. Las pautas de diseño, los materiales utilizados, todo fue pensado para un lugar específico, en una ubicación específica, con unas condiciones de asolación y ventilación propias, dando como resultado el mejor escenario posible para este proyecto.”<sup>1</sup>

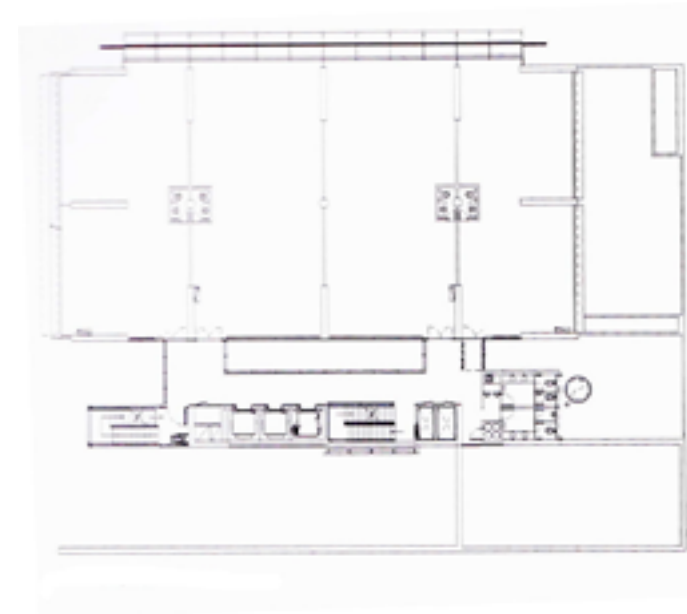
<sup>1</sup> [http://www.coronamejoratuvida.com/2010/04/torre-proksol\\_6313.html](http://www.coronamejoratuvida.com/2010/04/torre-proksol_6313.html)



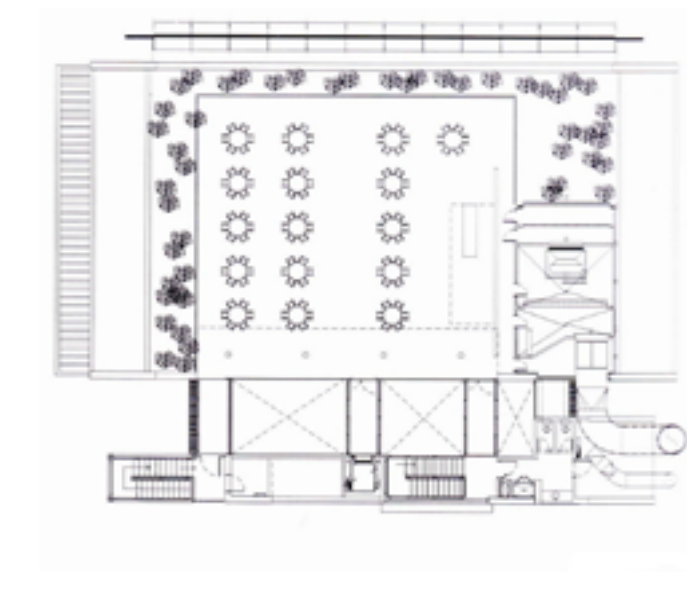
2.67 Emplazamiento.



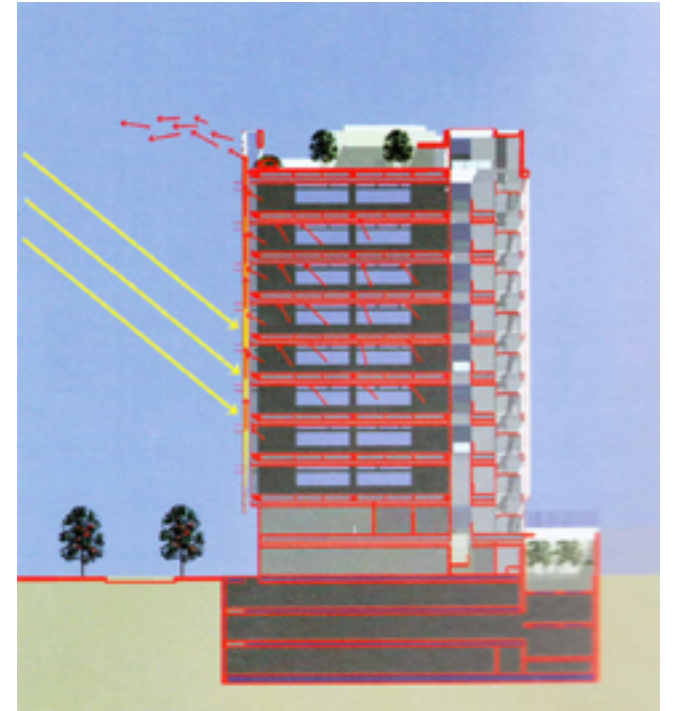
2.68 Planta tipo 3-6.



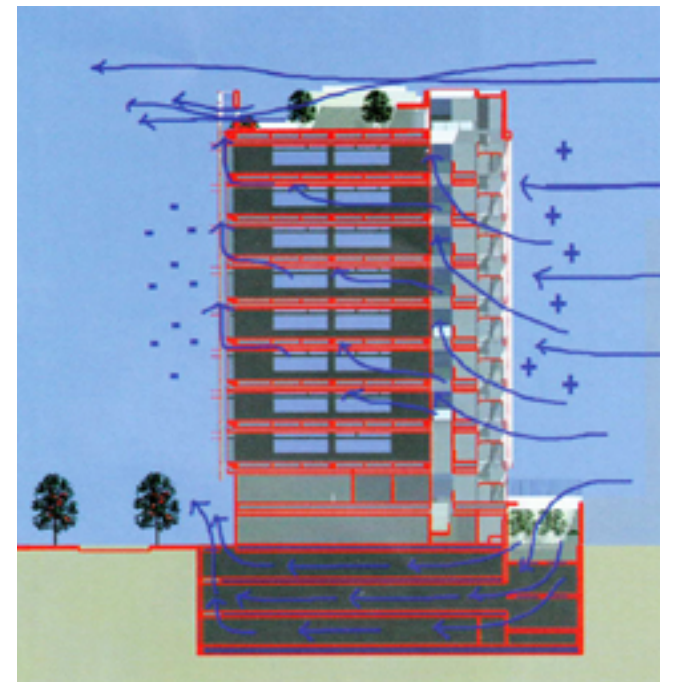
2.69 Planta tipo 7-10.



2.70 Planta de terraza.



2.71 Termosifón.



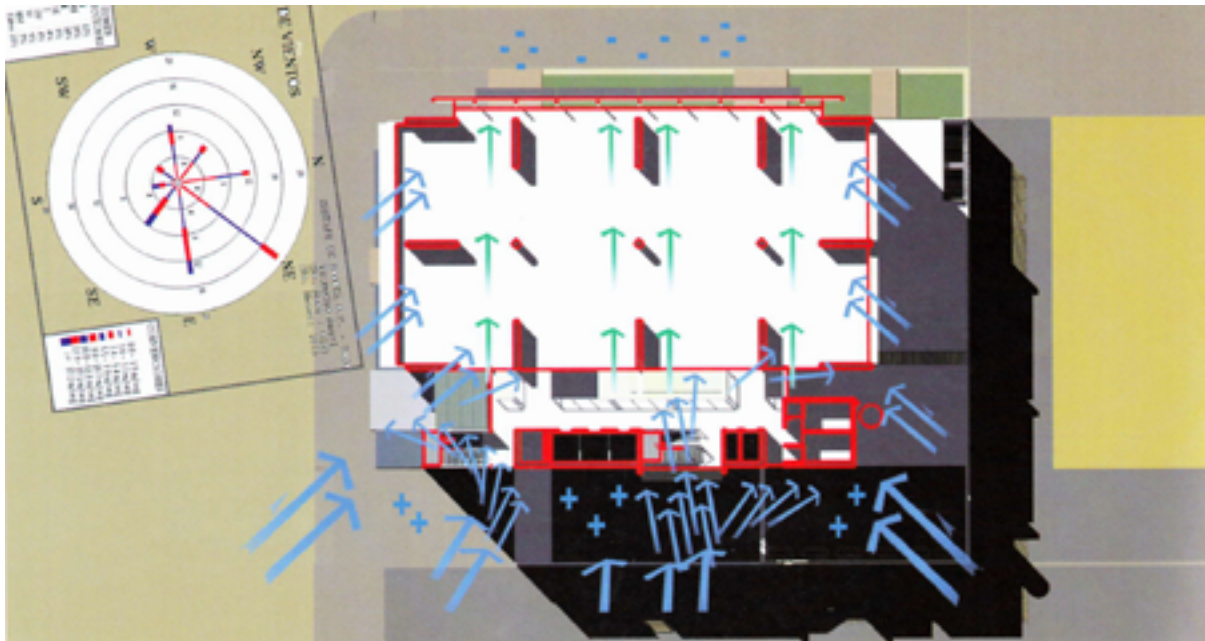
2.72 Manejo de la ventilación.



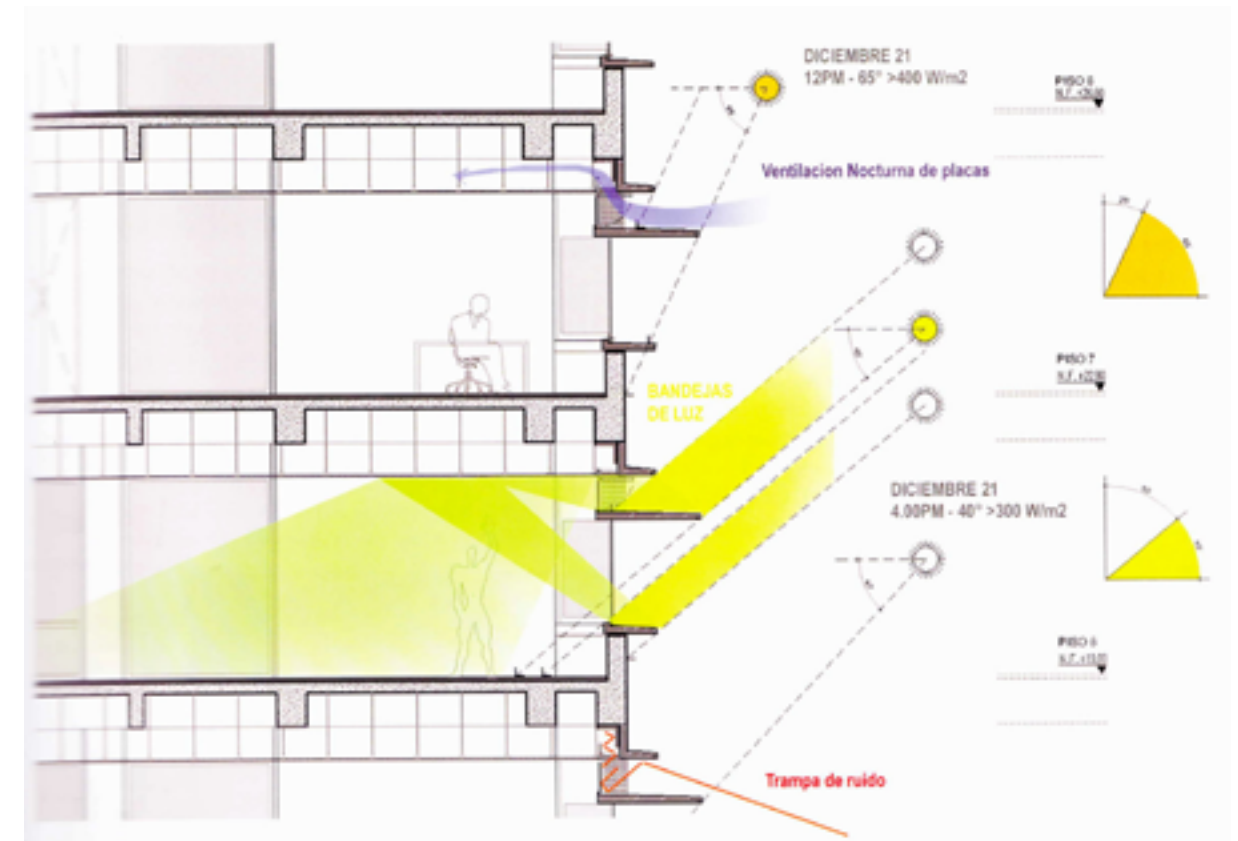
## Ejemplos de arquitectura sostenible

### Francisco Coellar Heredia

Francisco Coellar Heredia



2.73 Ventilación natural.



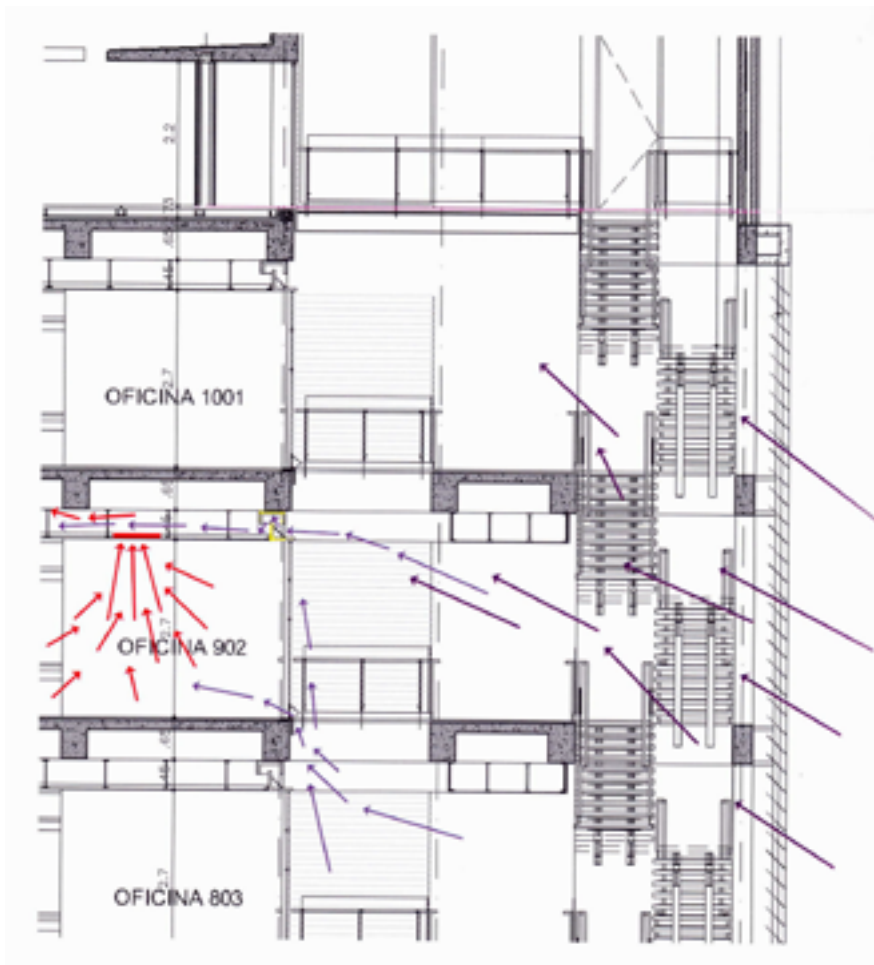
2.75

Información, gráficos y fotos recopiladas de las siguientes fuentes:

- MINGUET, Josep Maria. Bioclimatic Architecture. Barcelona - España, Monsa, 2009.
- LOZANO REYES, Andrés. Revista Escala. Foro. Arquitectura y Ciudad Sostenible. 216. Bogotá - Colombia, Escala, 2010. Pg. 79.
- [http://www.coronamejoratuvida.com/2010/04/torre-proksol\\_6313.html](http://www.coronamejoratuvida.com/2010/04/torre-proksol_6313.html)
- CORONA, Experto. Torre Proksol. Abril 2010. [http://www.coronamejoratuvida.com/2010/04/torre-proksol\\_6313.html](http://www.coronamejoratuvida.com/2010/04/torre-proksol_6313.html). 25/01/2013.

Este edificio por su ubicación puede ser una aproximación a nuestras condiciones, ya que Bogotá se encuentra igual en la sierra de Colombia y a una

altura parecida a la ciudad de Cuenca, tiene los mismos problemas de temperaturas máximas y mínimas en un solo día. Al este permite la entrada de la radiación solar de una manera controlada para que no sobrecaliente al edificio, igual por aquí entra la iluminación al igual que las fachadas norte y sur, por el oeste presenta una fachada de doble vidrio que permite por termosifón entran el calor que uno requiera al igual que la ventilación, aquí golpean los vientos predominantes, la ventilación cruzada por medio de rejillas enfría al edificio de una manera controlada. En la cubierta existen materiales que aíslan para evitar la radiación directa que se tiene durante todo el día y así evitar el sobrecalentamiento de los últimos pisos. Por ser oficina evita la iluminación natural directa permitiendo una iluminación difusa.



2.74



## 2.4 EDO.

Stanisic Associates



2.76

ugar: Sydney, Australia.  
Arquitectos: Rob Harper, Peter Rush,  
Angela Rheinlaender, Damien Madell.  
Fecha: 2009.

Es un edificio de viviendas que responde sosteniblemente al entorno, en un lado existe un galería para disipar el calor de verano por ventilación cruzada por los departamentos sin utilizar ventiladores ni aire acondicionado, la baja temperatura de la galería que es 9°C al lado opuesto del edificio permite esta ventilación. En la galería se encuentra las circulaciones y espacios sociales.

En el último piso los departamentos no tienen acceso a la galería ya que son departamentos dúplex ocupando parte de la tercera planta y la cuarta. Los pasillos son revestidos de mármol y su techo metálico refleja la luz. Los departamentos tienen rejillas de ventilación sobre sus puertas principales.



2.77



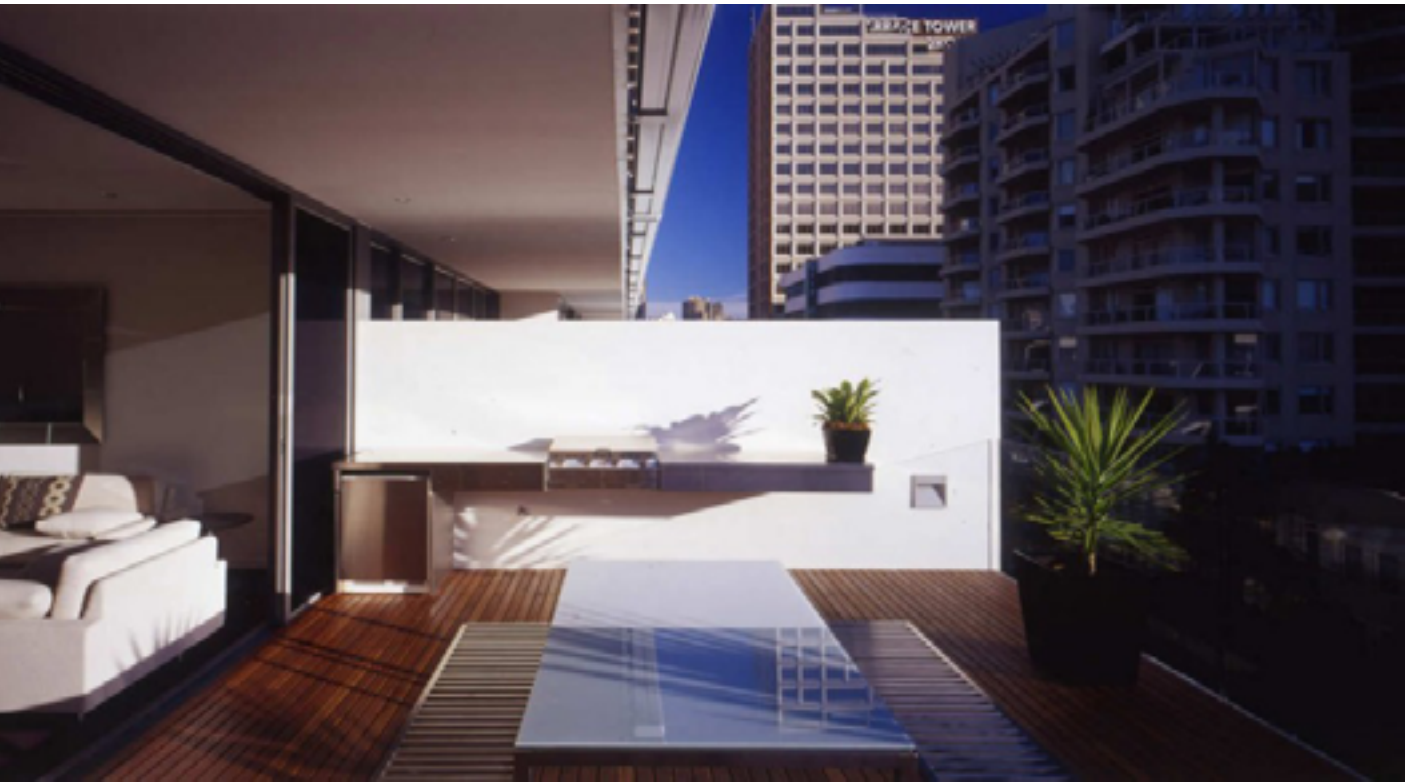
2.78

Utiliza sistemas pasivos para la calefacción y refrigeración, esto con la ayuda de pantallas móviles, como las pantallas de las casas japonesas, las paredes de las habitaciones pueden deslizarse cambiando la dinámica de los espacios interiores. Los espacios son fluidos, adaptables y versátiles siendo cerrados o abiertos según las necesidades. Al oeste existen balcones de tres metros con cubierta vegetal típica del lugar, siendo extensiones del estar.

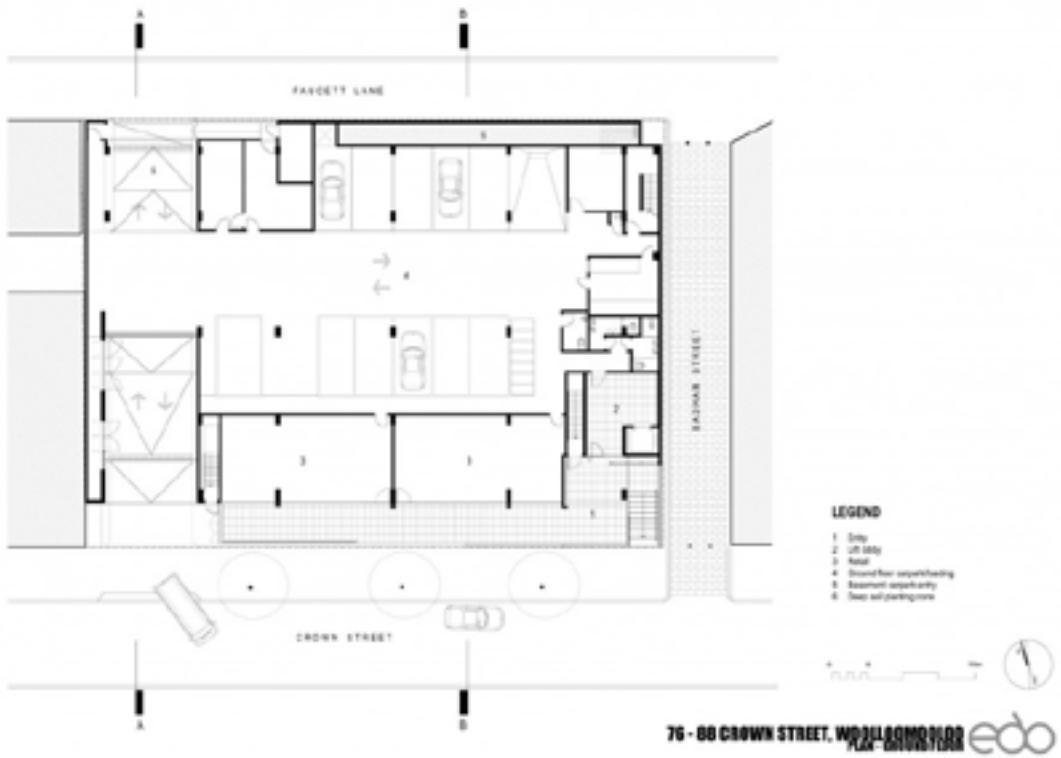




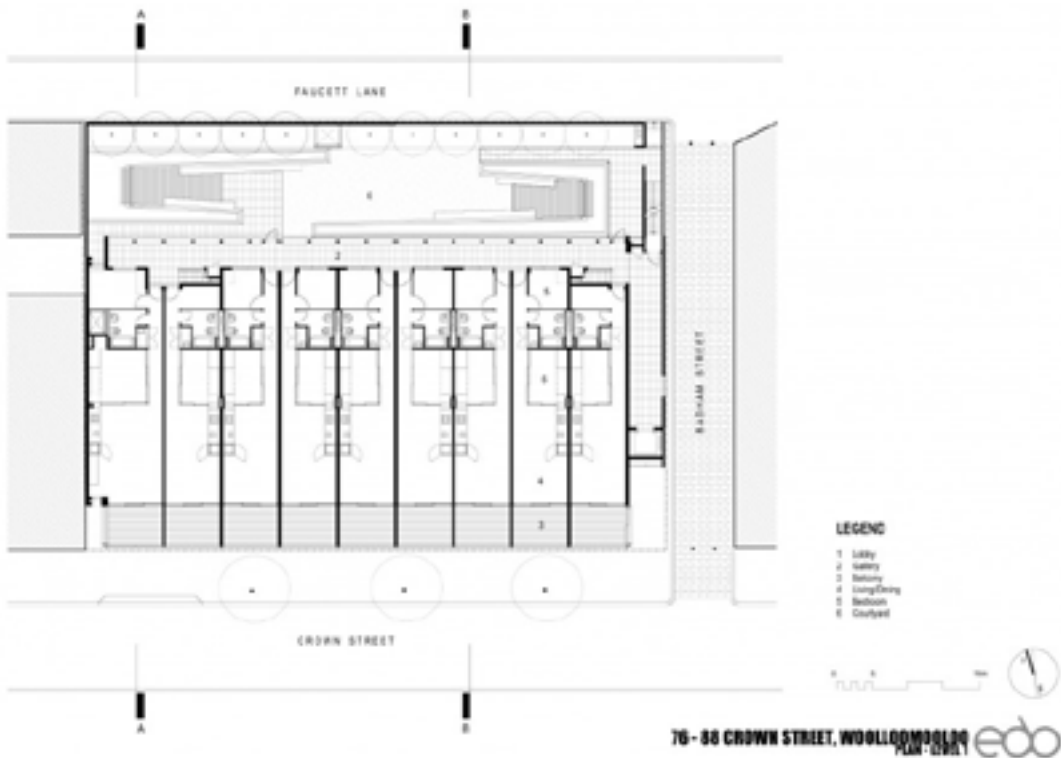
2.79



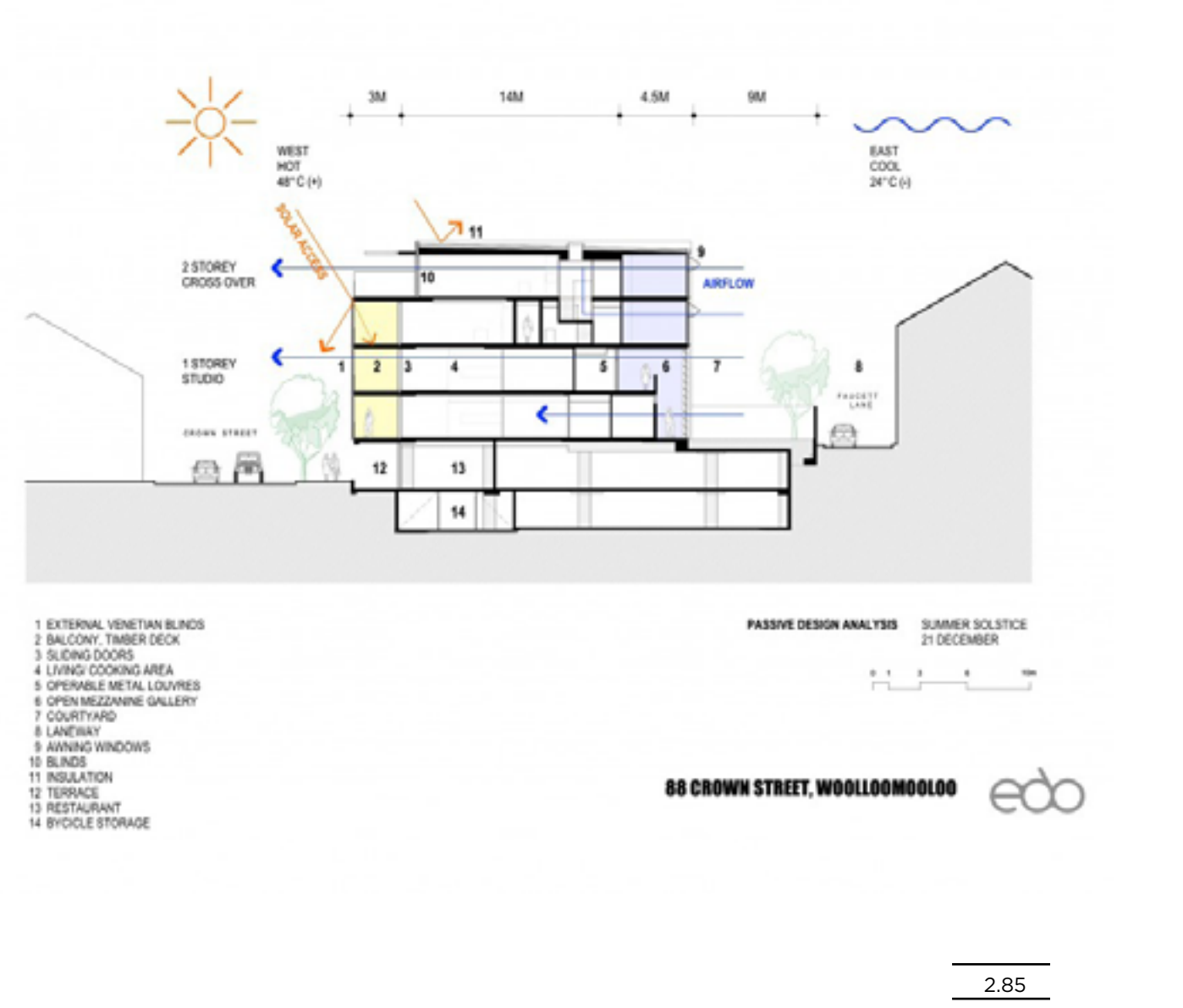
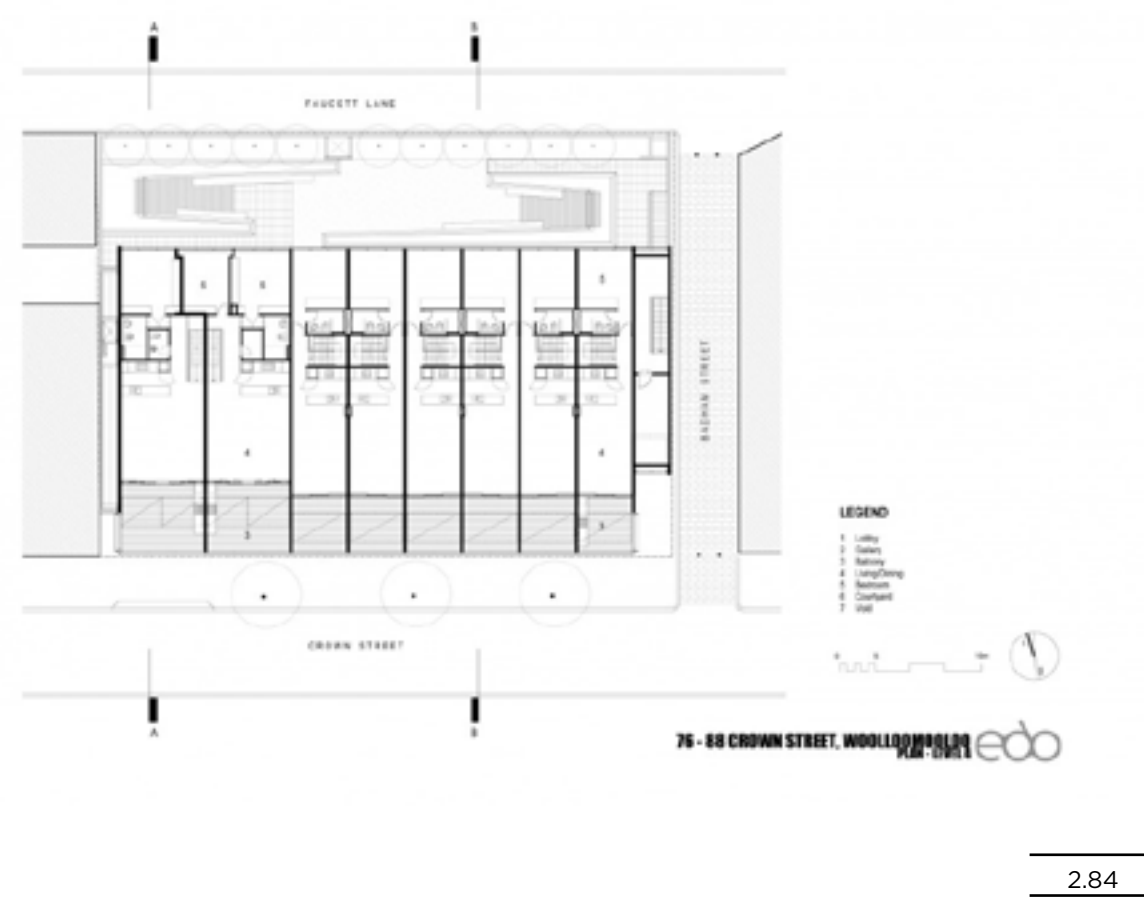
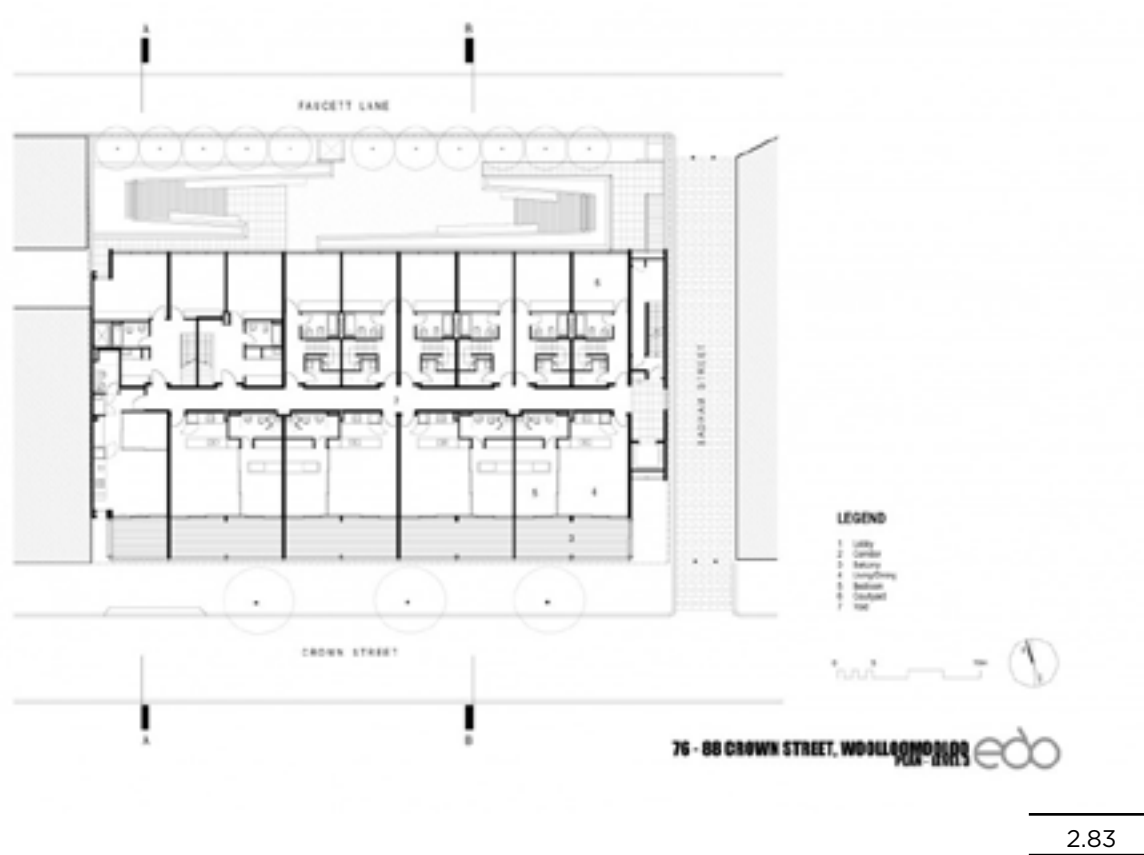
2.80



2.81



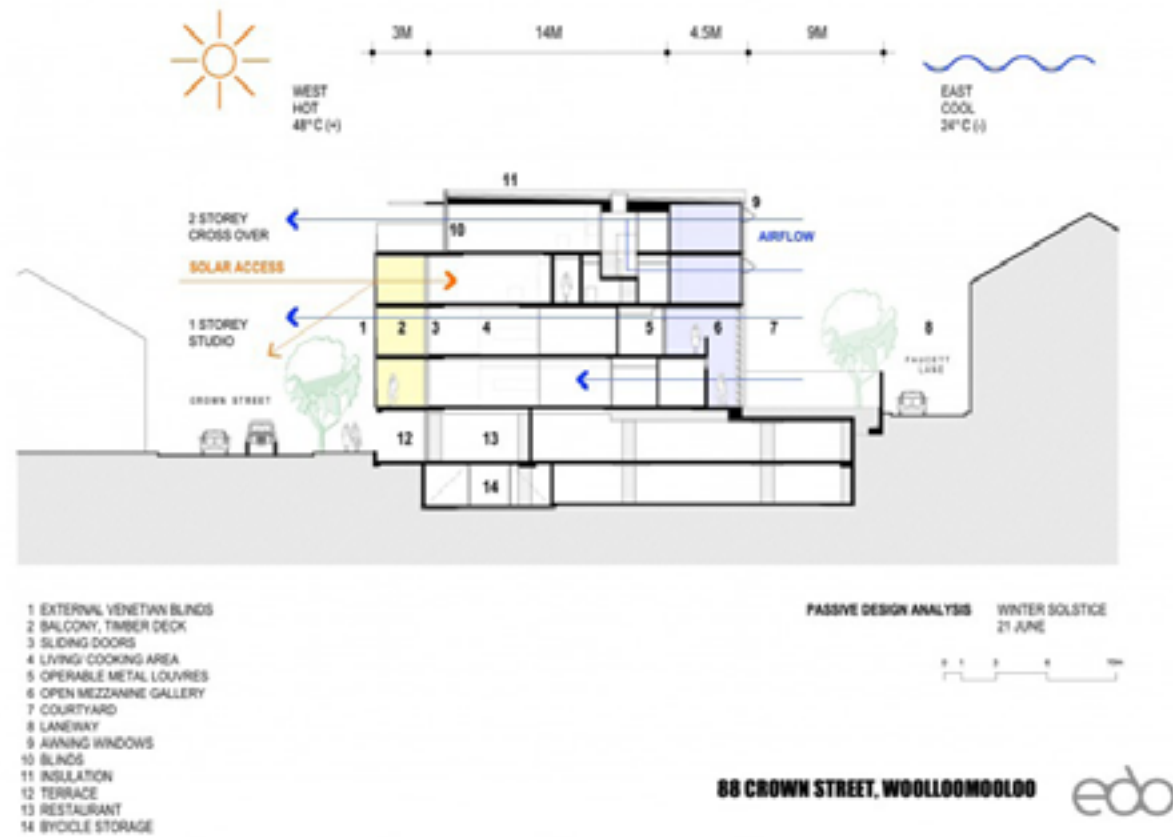
2.82





## 2.5 SIEEB.

Edificio Ecológico y Energéticamente Eficiente Sino-Italiano.  
Mario Cucinella.



2.86

Información, gráficos y fotos recopiladas de las siguientes fuentes:

- FRANCO, José Tomás. EDO / Stanistic Associates. Marzo 2011. <http://www.plataformaarquitectura.cl/2011/03/18/edo-stanistic-associates/>. 26/01/2013.

Al ser un proyecto de viviendas ubicado en Australia una latitud al sur de la nuestra las disposiciones de orientación no nos sirven, pero la concepción del proyecto utiliza una fachada al

norte acristalada para dar iluminación y que capte radiación para el proyecto, al sur una fachada cerrada al no recibir radiación. La ventilación cruzada junto con la galería enfrían al edificio y en su fachada principal pantallas móviles protegen a los departamentos del exceso de radiación. También los espacios flexibles que se conforman junto a los balcones hacen lugares que se adaptan a las necesidades de los clientes.



2.87

“La belleza es la conexión con el entorno. El concepto de belleza cambia según la época y cultura. Mucho antes de la revolución industrial, la construcción estaba relacionada con el clima y con aspectos más complejos de la cultura y el contexto urbano. La belleza siempre se ha relacionado con el clima y la exposición solar. La belleza tiene muchas formas. En todas las épocas la tecnología ha influido en el diseño. ¿Cómo podemos decir que la energía solar, los paneles fotovoltaicos y los elementos de protección solar son una nueva estética de la arquitectura?” Mario Cucinella.

Lugar: Pekín, China.  
Arquitectos: Mario Cucinella Architects.  
Fechas: Inicio obra 2004, final obra 2006.



Posee fachadas multicapa, lamas ajustables de cristal, elementos de protección solar con paneles fotovoltaicos y terrazas escalonas que llaman la atención. El sol, el terreno y los vientos inspiraron su diseño. Son 20.000m<sup>2</sup> repartidos entre centros de investigación, laboratorios e instalaciones educativas. El edificio tiene un bajo consumo energético y bajas emisiones de carbono. Fue diseñado entre colaboradores de Italia y China.

Utiliza estrategias pasivas y de control solar para la calefacción y refrigeración, su diseño fue con la ayuda de ordenadores que median su rendimiento solar para ocuparla en invierno y no utilizarla en verano. El edificio escalo-



2.88



2.90



2.89



2.91

nado bloquea los vientos del norte en invierno dejando pasar el sol, en verano controla al sol con sus elementos de protección.

Posee una forma de U simétrica al eje norte-sur con terrazas escalonadas hacia el sur envolviendo al patio central, el patio posee terrazas ajardinadas entre rampas. Con esta forma la luz y el viento entran fácilmente a él. En la fachada sur están los elementos de protección solar compuestos por mecanismos fotovoltaicos horizontales, igual posee plantas que ayudan a dar sombra y proteger el acristalamiento de esta fachada. Al este y oeste tiene un cerramiento doble que facilita la ventilación en verano, también existen lamas de cristal reflectante para evitar el deslumbramiento. Al norte tiene una pared acristalada de color azul para imponerse y mostrar la entrada al edificio, el color azul del cristal es para





2.92

opacar la fachada y proteger de los vientos fríos en invierno, posee pequeñas ventanas.

Los sistemas de energía son modernos de alto rendimiento, la iluminación es con lámparas de bajo consumo y sensores de movimiento. El calor residual de los generadores gas se aprovecha para calentar el agua. Todo el edificio es controlado por sistemas que optimizan todas las funciones que realiza.



2.93



2.94

Posee techos radiantes y un acristalamiento de alto rendimiento.



2.95



2.96



2.97



2.98

“Los autores han proyectado un edificio abierto de carácter singular, con alto valor didáctico dentro de una realidad constructiva en crecimiento. Han aunado sencillez del planteamiento volumétrico con soluciones tecnológicamente avanzada en fachada, para adaptarse a las condiciones ambientales del lugar. Forma y función se unifican en la pérgola, un elemento arquitectónico que además de su doble función captora y protectora imprime carácter al edificio.”<sup>1</sup>

<sup>1</sup> REYES, César. BARAONA POHL, Ethel. PIRILLO, Claudio. Arquitectura sostenible. Valencia - España, Pencil, 2007. Pg. 99.



2.99



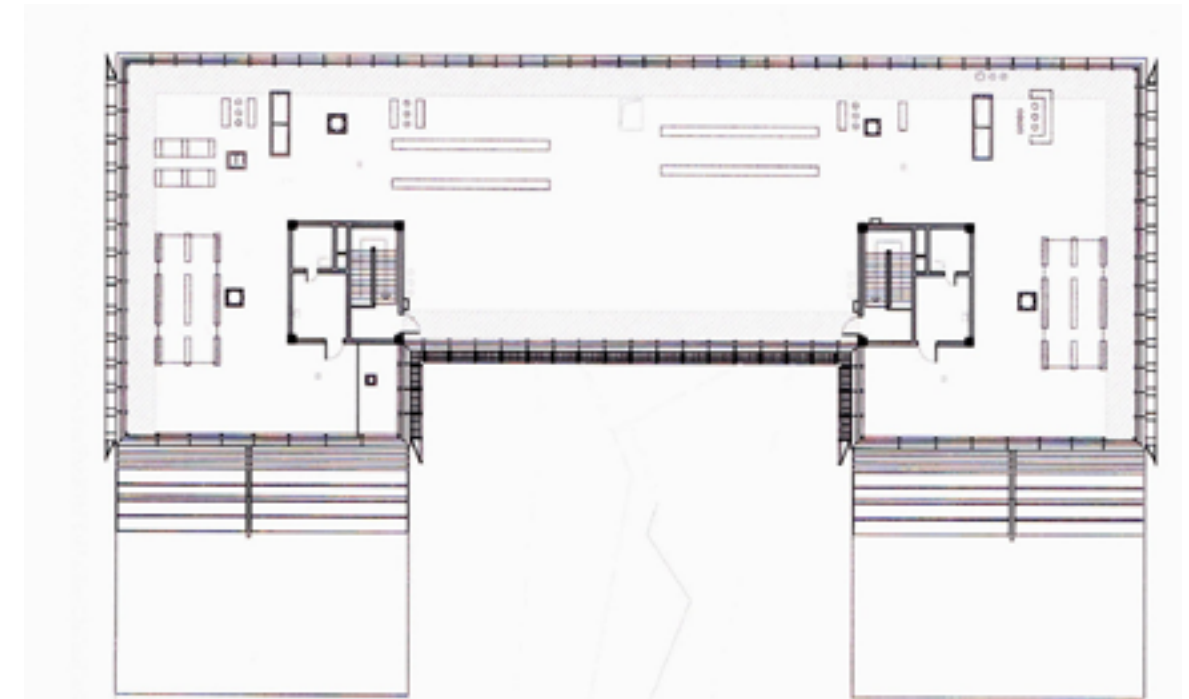
## 2 Ejemplos de arquitectura sostenible

Francisco Coellar Heredia

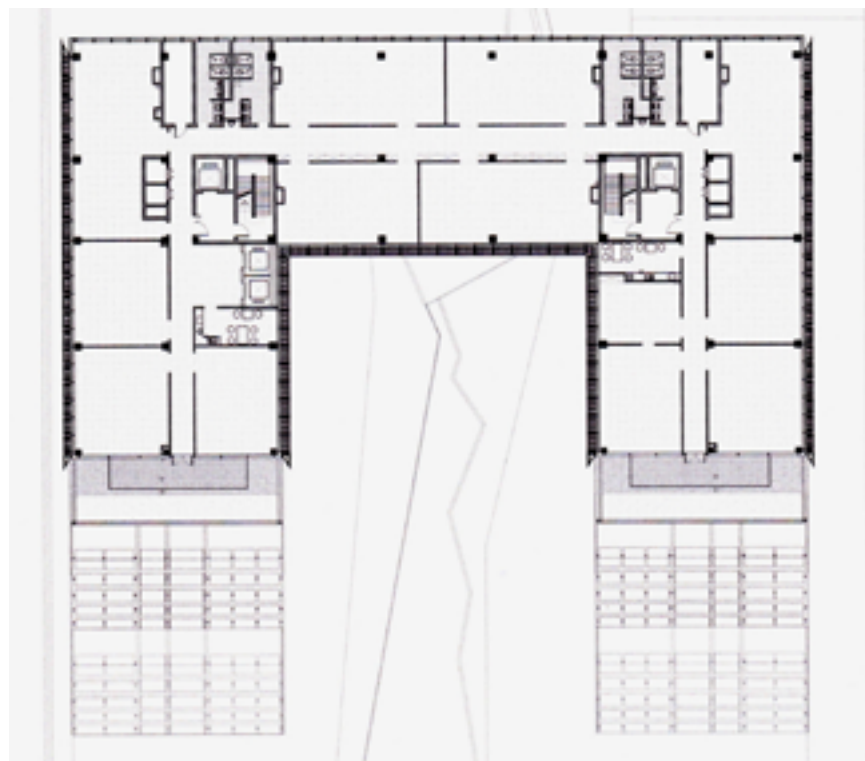
Francisco Coellar Heredia



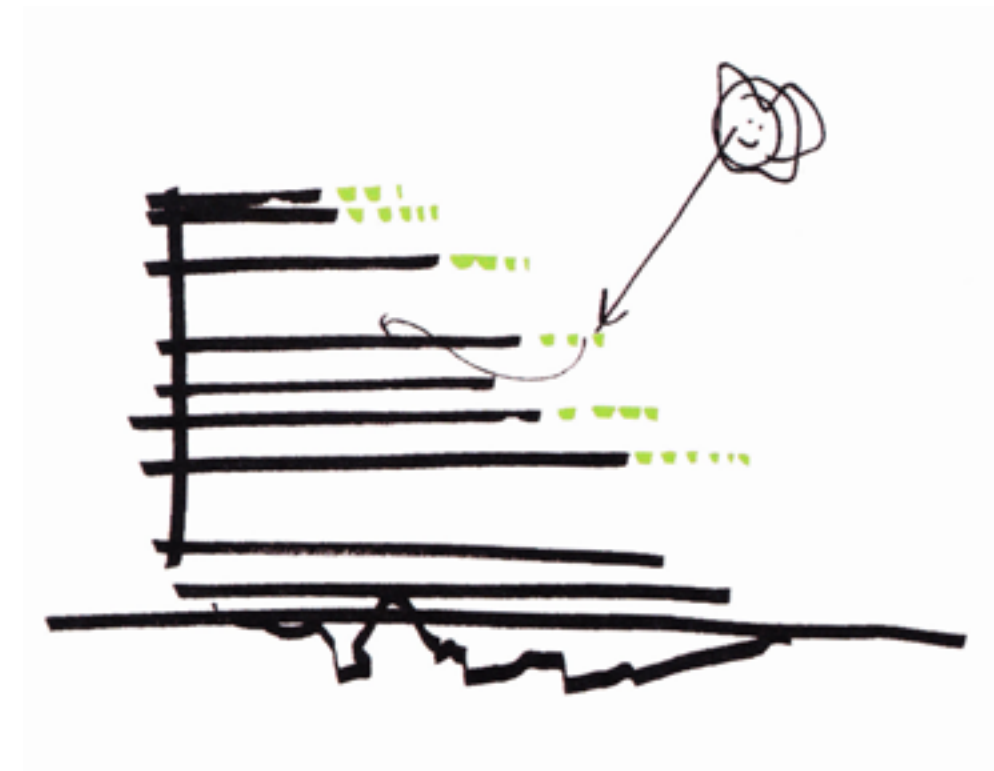
2.100



2.102

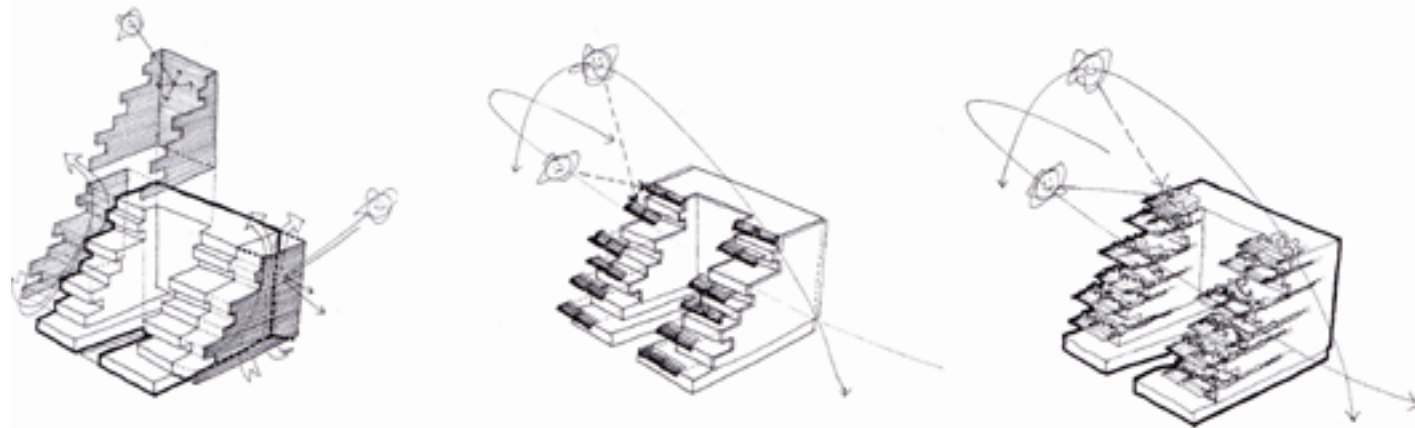


2.101



2.103 Concepto

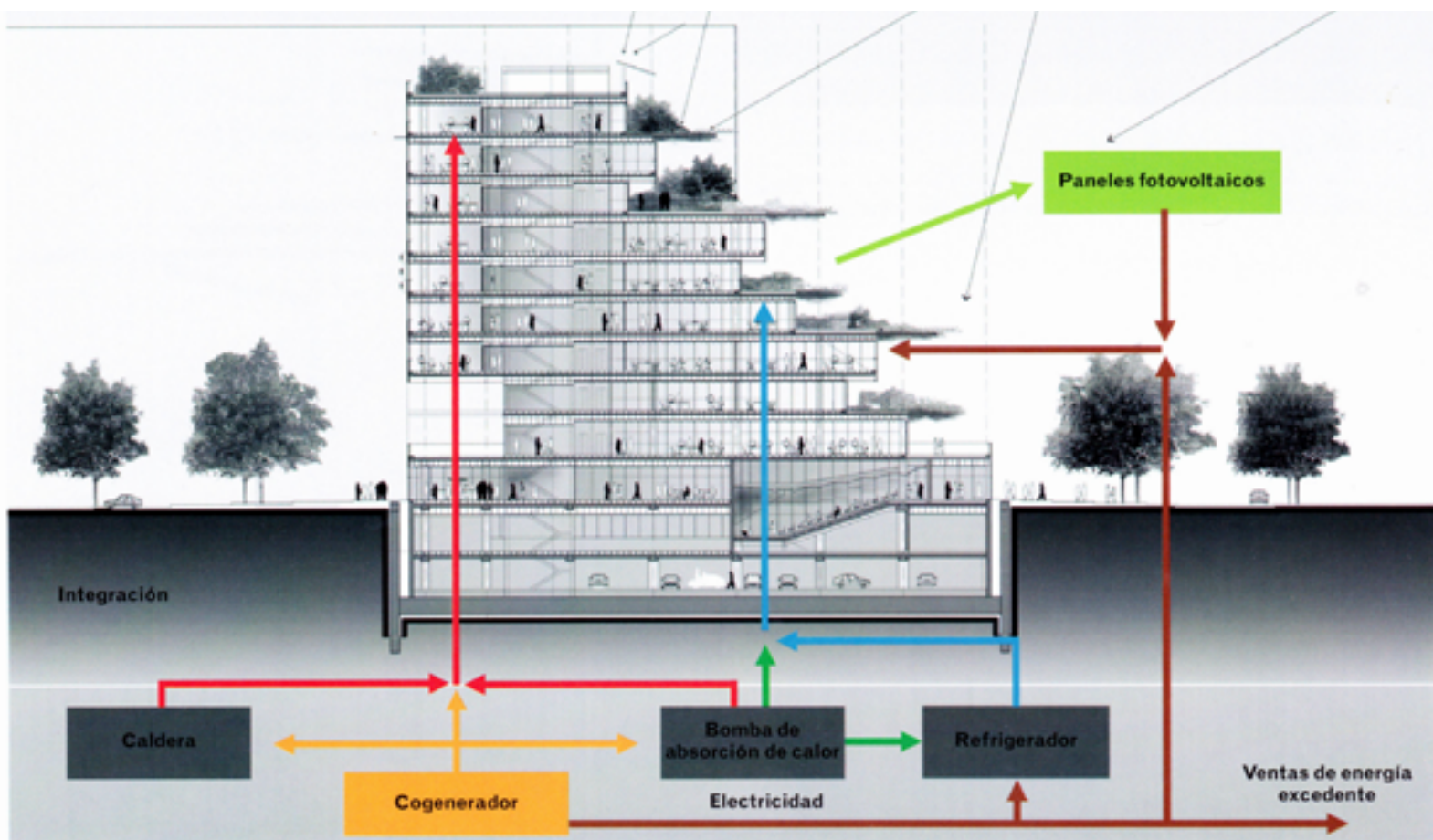




2.104 Diagramas conceptuales



2.106 Sección a través del patio.



2.105 Diagrama de los



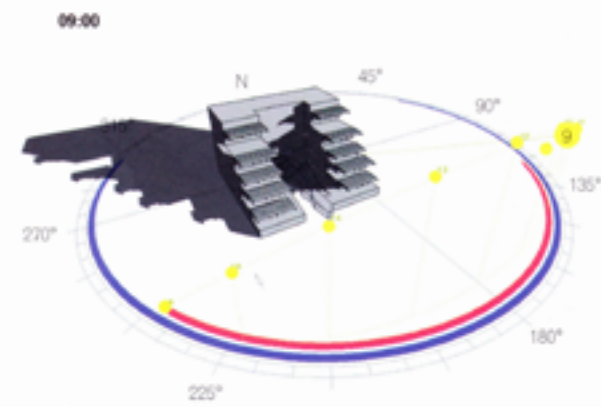
2.107 Sección a través de las oficinas.



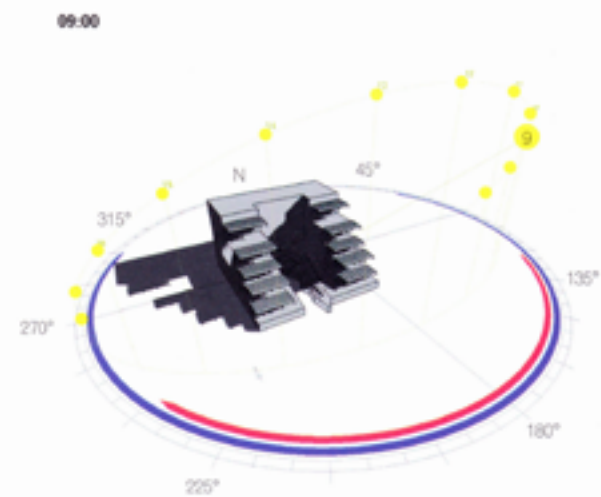
## Ejemplos de arquitectura sostenible

### Francisco Coellar Heredia

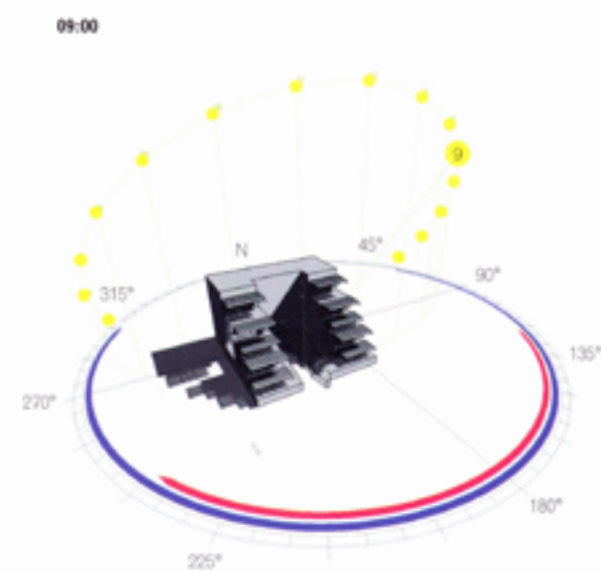
Diciembre



Marzo-septiembre

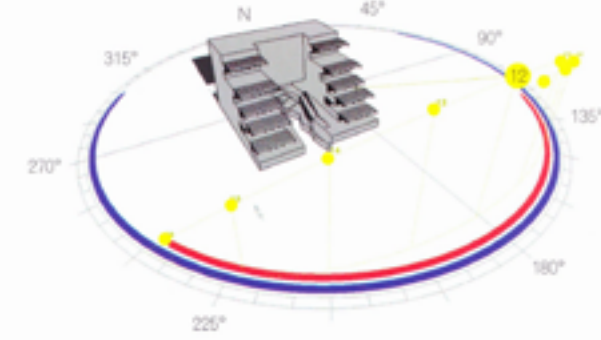


Junio

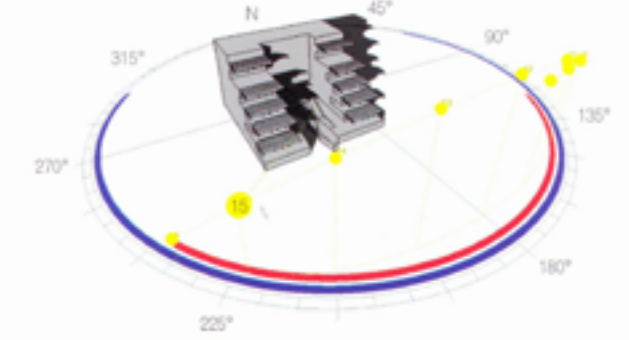


2.108

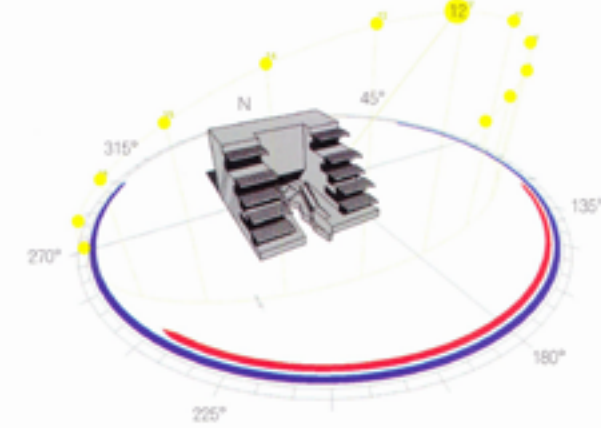
12:00



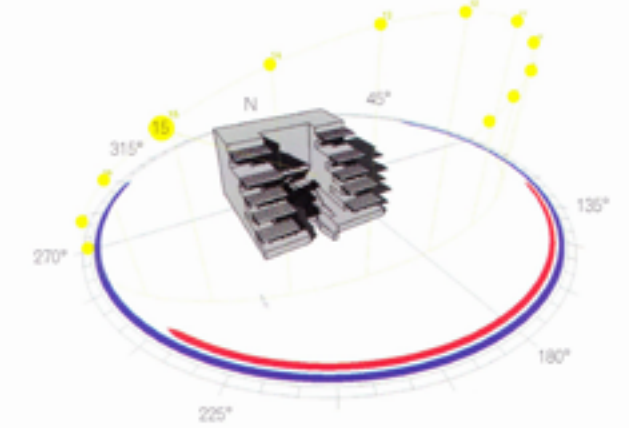
15:00



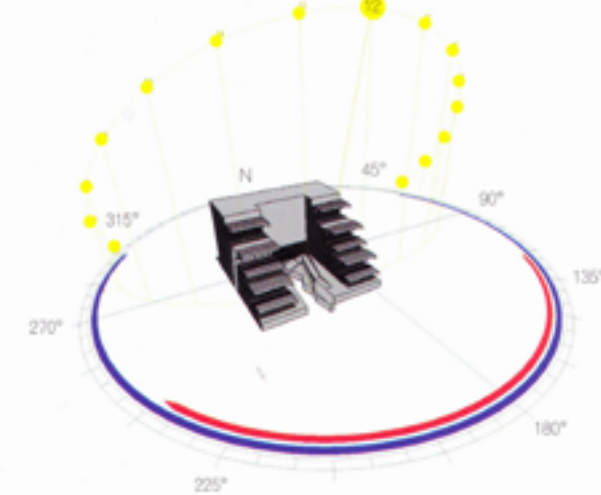
12:00



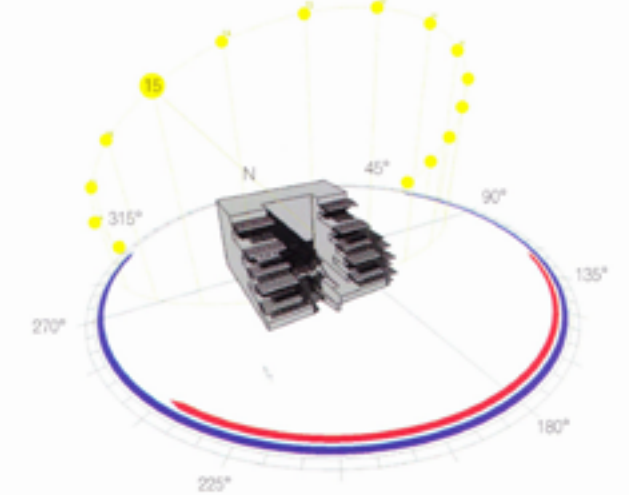
15:00



12:00



15:00

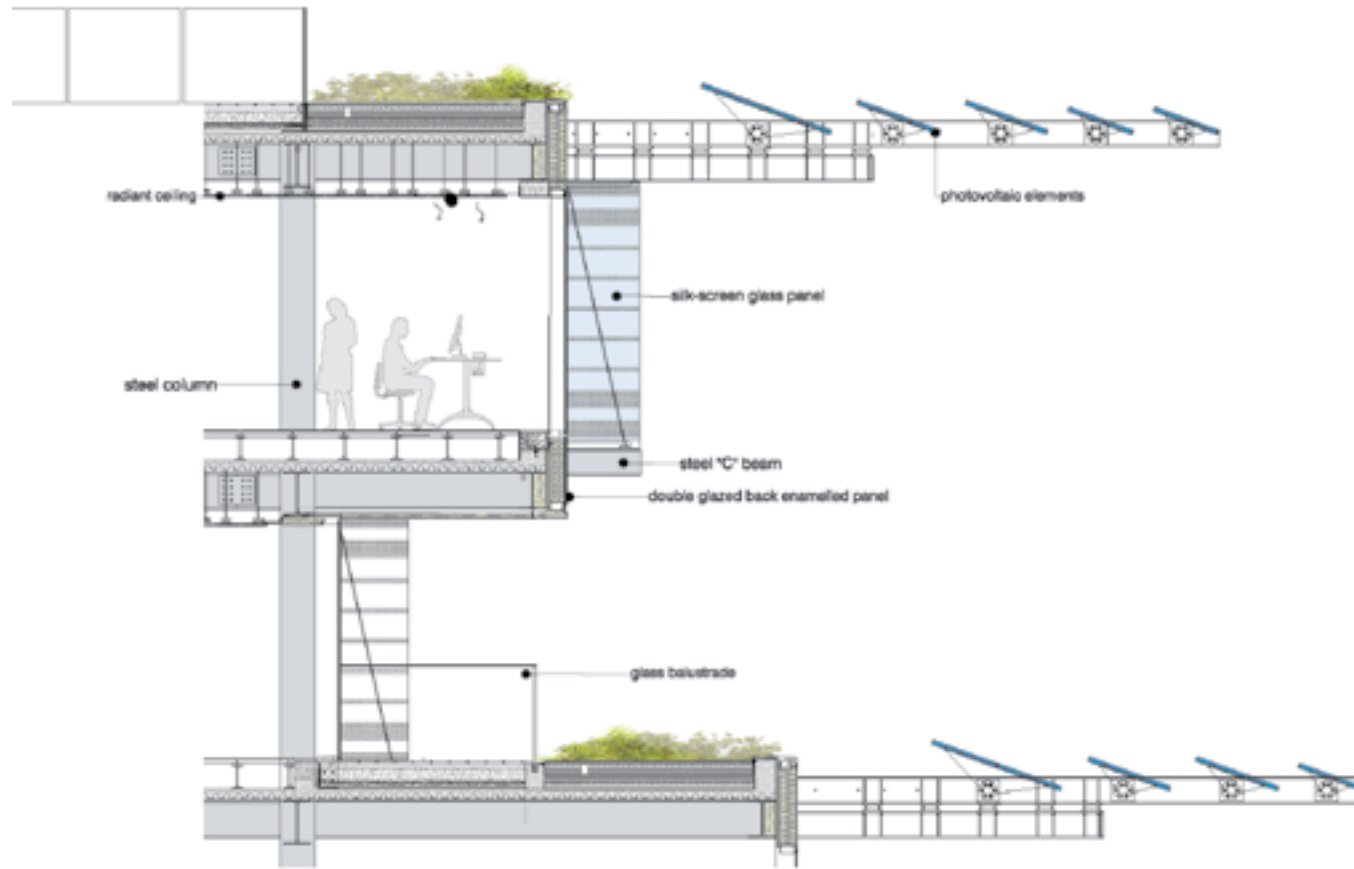


2.109 Estudio de asolamiento. Latitud: 39° N.

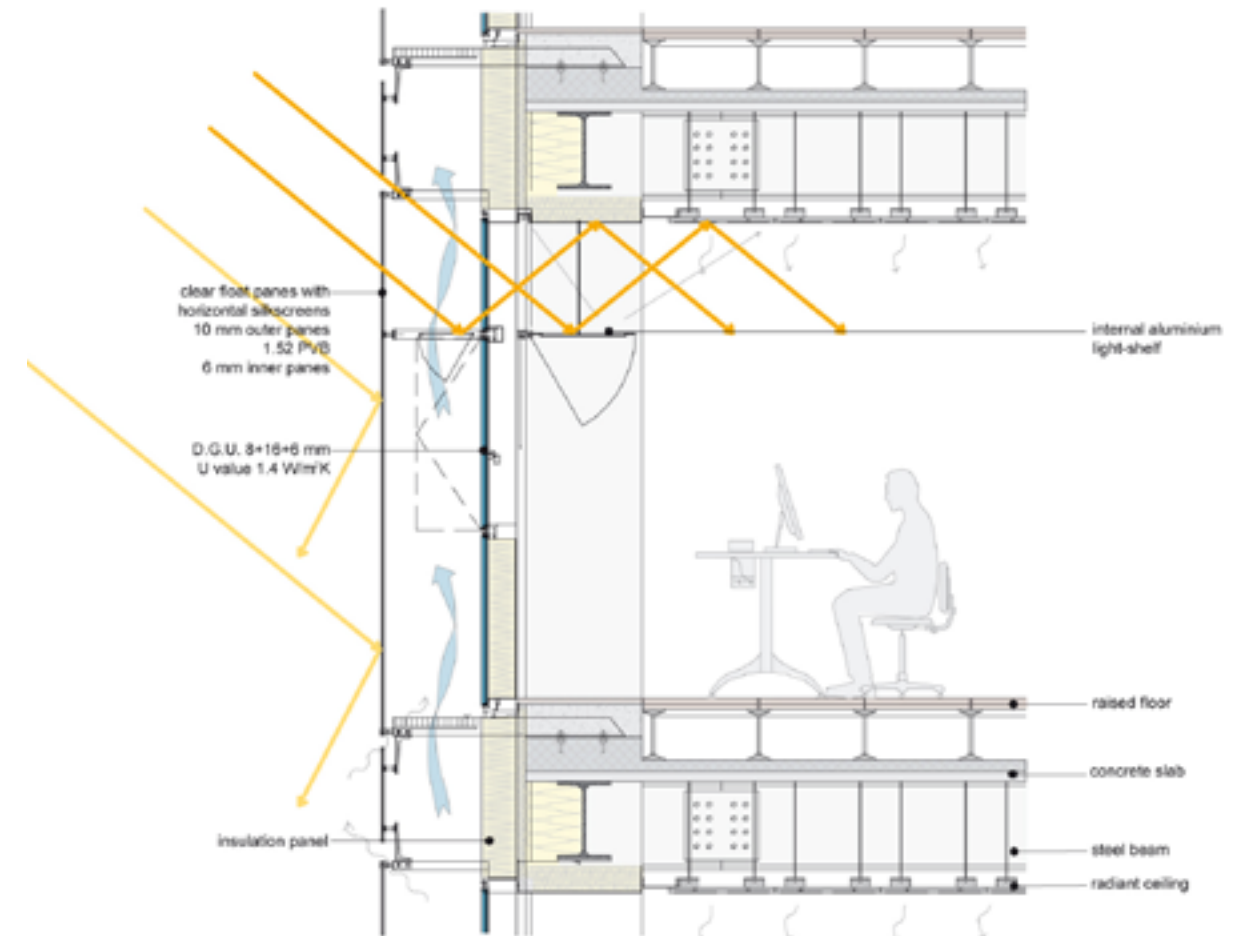


Ejemplos de arquitectura sostenible  
Francisco Coellar Heredia

Francisco Coellar Heredia



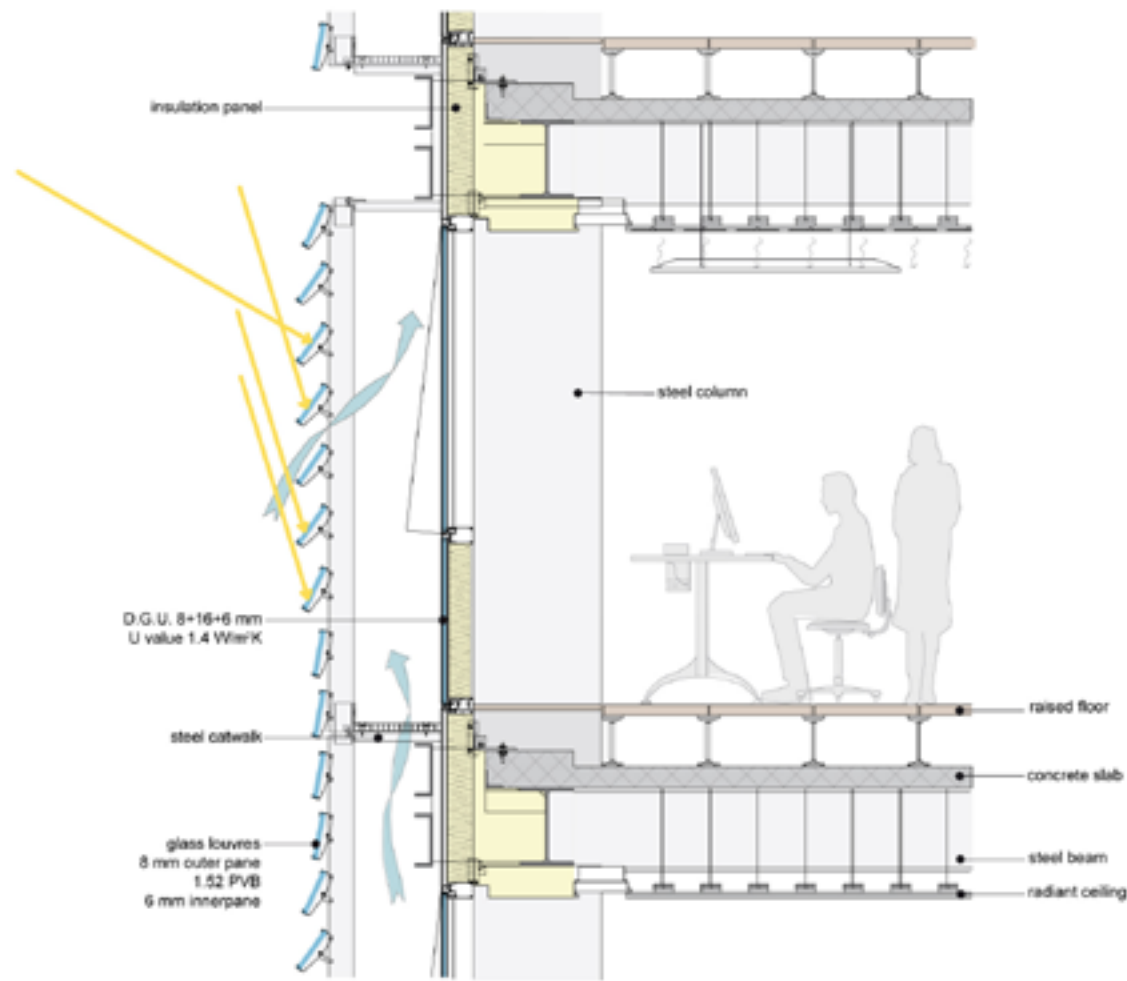
2.110



2.11

## 2.6 Apilamiento Verde.

Francisco Coellar Heredia



2.12

Información, gráficos y fotos recopiladas de las siguientes fuentes:

- <http://europaconcorsi.com/projects/13124-Sieeb-Sin>
- GUZOWSKI, Mary. Arquitectura contemporánea. Energía Cero. Barcelona - España, Blume, 2010.
- REYES, César. BARAONA POHL, Ethel. PIRILLO, Claudio. Arquitectura sostenible. Valencia - España, Pencil, 2007.
- <http://europaconcorsi.com/projects/13124-Sieeb-Sin>

Al ser realizado entre colaboración entre dos países y personas de todos los campos los resultados son mejores ya que analizan más profundo todos los aspectos que se necesitan para que un edificio mejore su diseño siendo eficiente en el consumo de energías y no producir CO<sub>2</sub>. Su diseño sale de la ventilación e iluminación del lugar, con formas simples hacen un proyecto complejo por las soluciones sostenibles que presenta que le dan carácter al proyecto. Las terrazas permiten una mejor entrada de luz creando una forma escalonada, estas se protegen con volados y plantas que le dan carácter al diseño.

Vo Trong Nghia.

Lugar: Saigón, Vietnam  
Arquitectos: Daisuke Sanuki, Shunri Nishizawa.



2.113



Saigón posee la mayor densidad de población en el mundo siendo una ciudad caótica, la vegetación con jardineras y macetas se encuentran en la mayoría de los edificios siendo ya una costumbre que da carácter a la ciudad aprovechando la variedad de plantas que tienen por ser una zona tropical.





[El proyecto es una vivienda en un terreno delgado de 4 m de frente por 20 m de profundidad, el diseño se basa en las casas patio de Vietnam, siendo un aspecto bioclimático.

Las fachas frontales y posteriores son jardineras de hormigón en voladizo, estas jardineras están a distintas alturas según las plantas (entre 25 y 40 cm), tienen sistemas de riego automático. Esta fachada verde protege al interior de la vivienda de la luz directa solar y de la contaminación y ruido de la calle.

Al interior casi no existen paredes creando espacios abiertos con vistas a las fachadas verdes, la luz entra por las plantas creando efectos de luz y sombra en los muros de granito del interior. La ventilación natural junto a los tragaluces enfrían los ambientes interiores de las altas temperaturas del lugar.

2.19

2.15

2.16



2.17

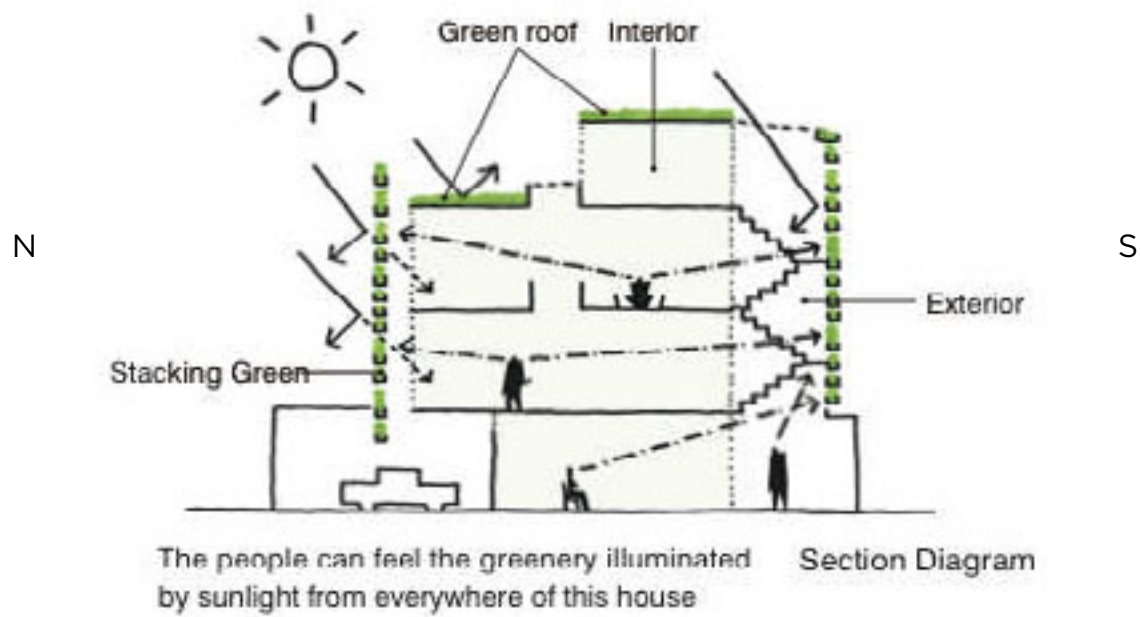
2.18





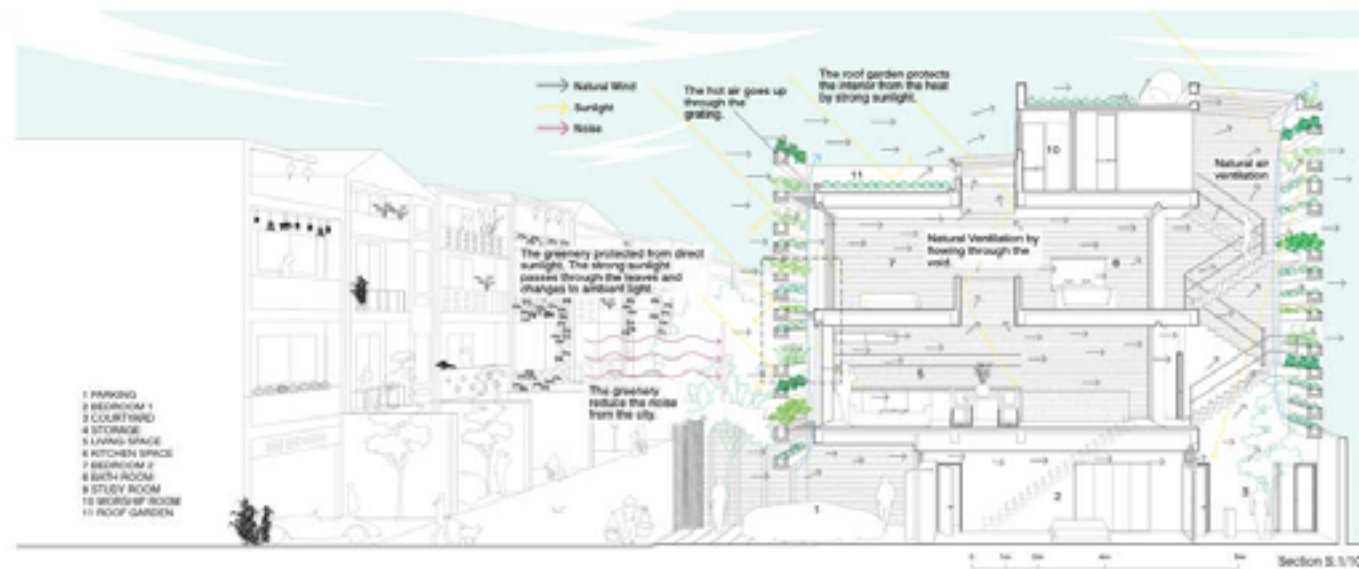


2.20

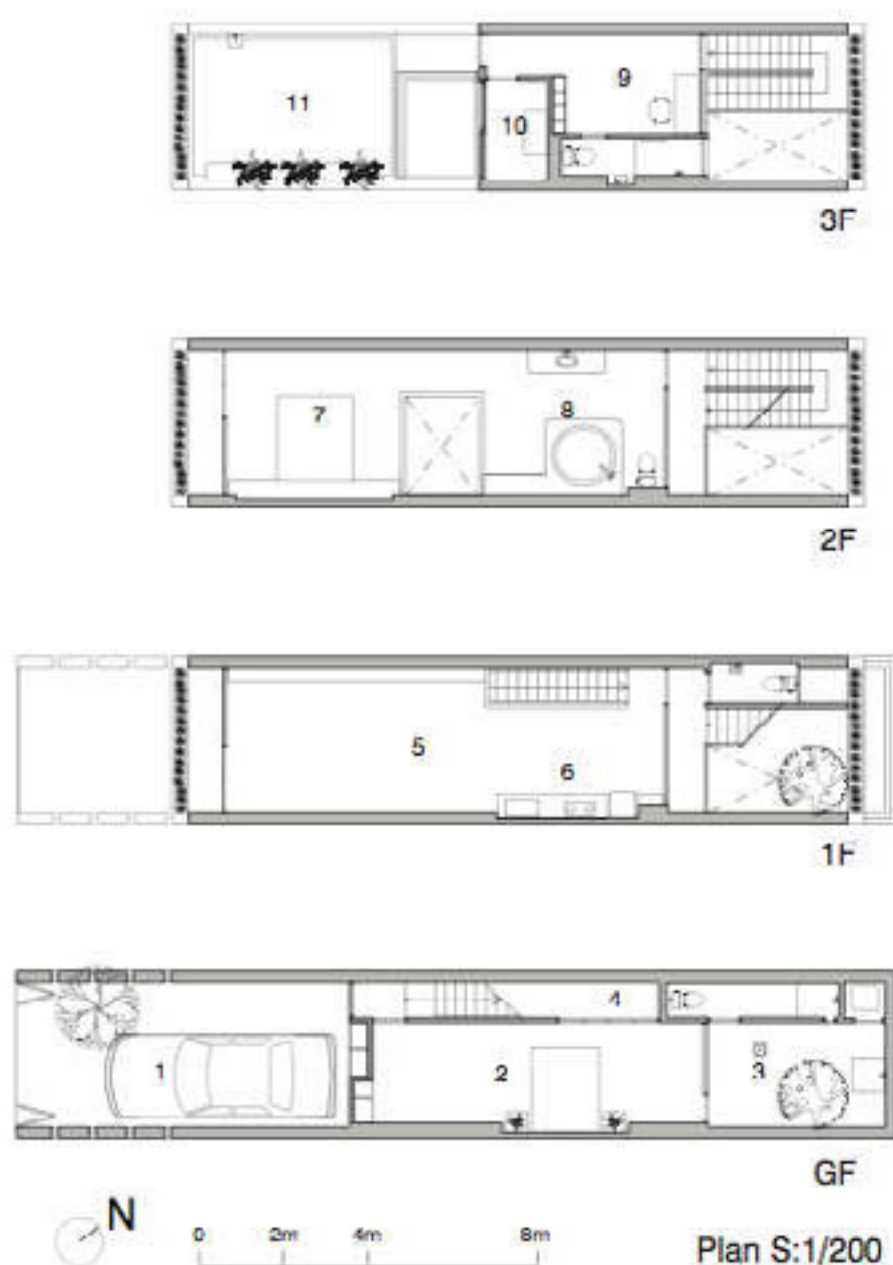


2.21

Francisco Coellar Heredia



2.22



- 1 PARKING
- 2 BEDROOM 1
- 3 COURTYARD
- 4 STORAGE
- 5 LIVING SPACE
- 6 KITCHEN SPACE
- 7 BEDROOM 2
- 8 BATH ROOM
- 9 STUDY ROOM
- 10 WORSHIP ROOM
- 11 ROOF GARDEN



Información, gráficos y fotos recopiladas de las siguientes fuentes:

- FRANCO, José Tomás. Apilamiento Verde / Vo Trong Nghia. Enero 2012. <http://www.plataformaarquitectura.cl/2012/01/23/apilamiento-verde-vo-trong-nghia/>. 26/01/2013.

Es una solución que incorpora arquitectura sostenible respondiendo al entorno donde se encuentra según las dimensiones del terreno para crear ambientes interesantes llenos de vegetación. La vegetación protege el exceso de radiación, contaminación y ruido exterior, pero también permite que entre el viento y así enfriar los ambientes. La vegetación crea sombra y permite una iluminación difusa en los espacios necesarios. También las plantas controlan la humedad al estar el proyecto en una región húmeda.



## 2.7 CRMT Actio.

Luis de Garrido.

Es un centro de recursos medioambientales y de turismo, tiene 1730 m<sup>2</sup> de construcción. Son 3 edificios, el primero es para actividades culturales y de investigación, en este igual se encuentran las habitaciones. El segundo es para talleres y actividades educativas, el tercero es un museo construido con materiales excedentes y sobrantes.

La construcción no generó residuos con la utilización de materiales reciclados y reusados. Los muros de carga del edificio son con piedras del lugar, para su estructura utiliza hormigón armado, los muros son de bloque de hormigón,



2.125

Lugar: Alborache, España.  
Arquitectos: Luis de Garrido.  
Fecha: 2001.

2.26



2.24

Francisco Coellar Heredia



los que se encuentran hacia el exterior están rellenos de arena, estos muros funcionan de acumuladores térmicos. Utiliza energía solar térmica para calentar el agua y también con ella para la

2.27

2.28





## Ejemplos de arquitectura sostenible

### Francisco Coellar Heredia

calefacción. Posee un alto aislamiento térmico, los vidrios están ubicados hacia el sur para captar la radiación. Por su orientación en invierno la fachada sur capta la radiación y los muros de alta inercia térmica calienten los ambientes, esto igual se da con la ayuda de suelos radiantes que funcionan con el agua caliente de los sistemas solares térmicos.

En verano las superficies de vidrio se protegen, el viento se enfría por geotermia en las galerías subterráneas enterradas 2 m para enfriar el aire que va entrar al edificio, captan viento al norte del edificio donde existe sombra, estos ductos desembocan por rejillas al patio central, el patio central y la forma del edificio extraen el aire caliente por efecto chimenea.

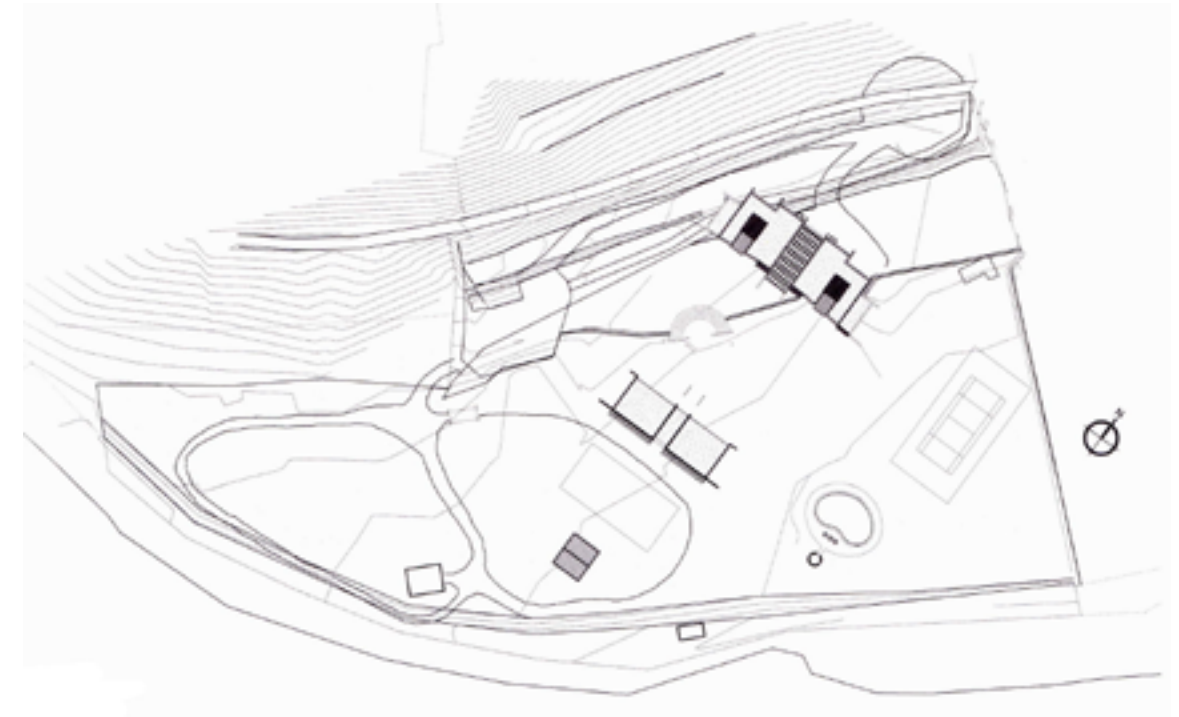
Posee una cubierta ajardinada que por su alta inercia térmica calienta el edificio en invierno y en verano protege de la radiación solar. Igual recolecta agua lluvia utilizada para las cisternas de los baños y el riego de jardines.



2.29



2.30

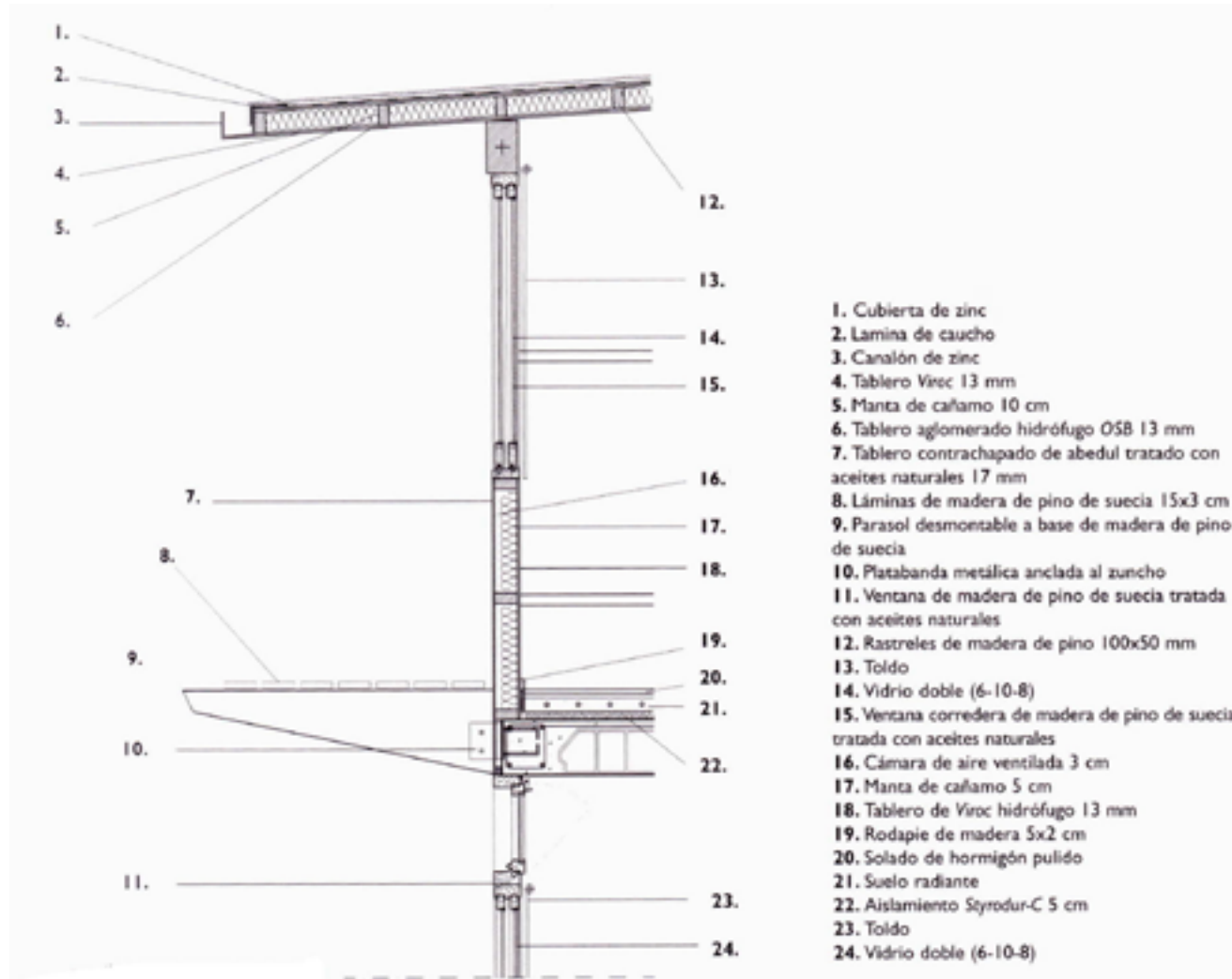


2.31

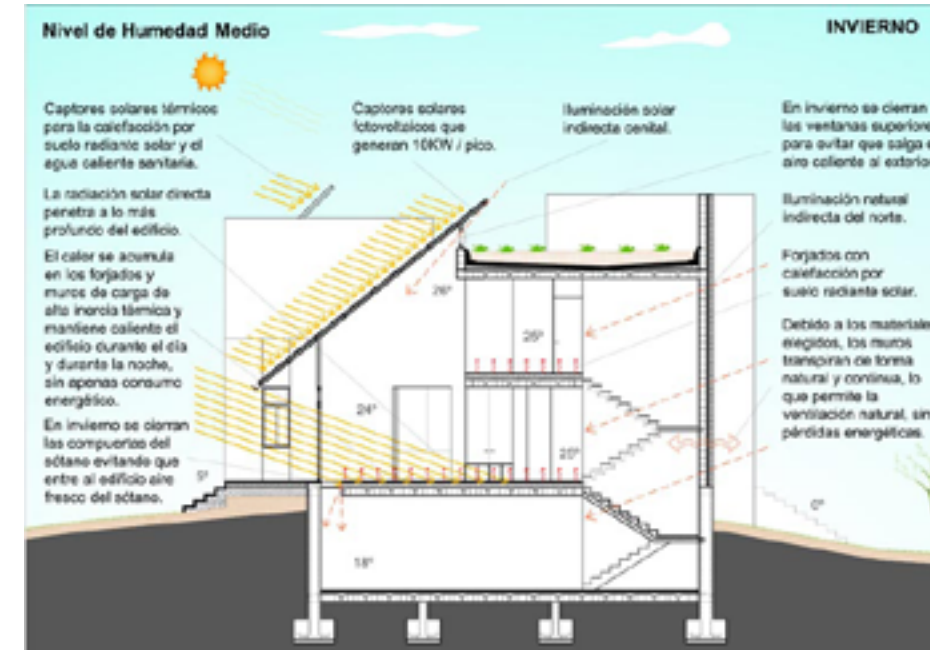


2.32

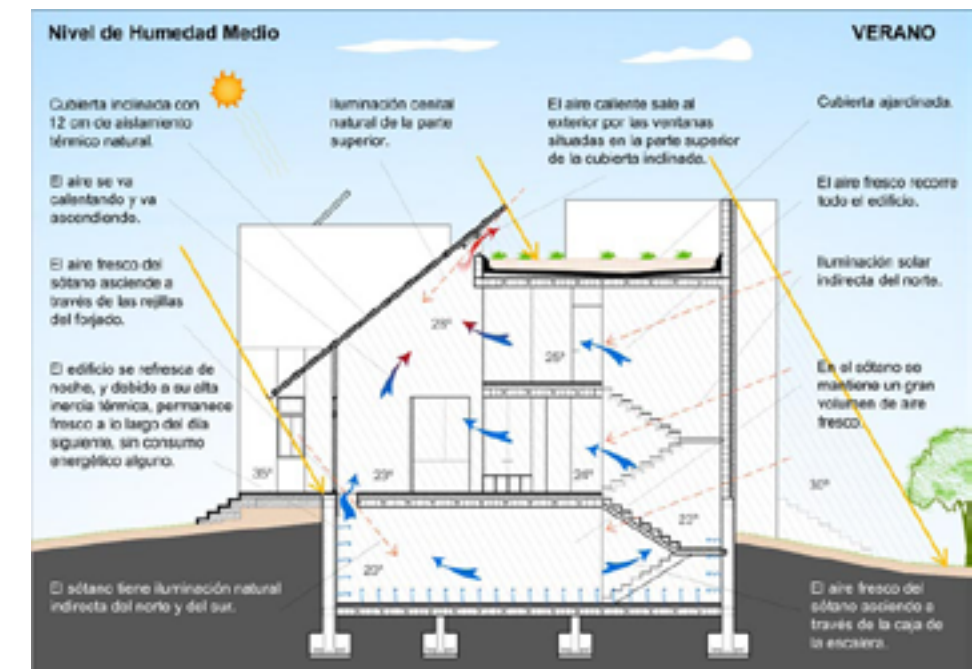




2.33



2.34



2.35





2.36



2.37

Información, gráficos y fotos recopiladas de las siguientes fuentes:

- MINGUET, Josep Maria. Bioclimatic Architecture. Barcelona - España, Monsa, 2009. Pg. 160.
- DE GARRIDO, Luis. Hotel Actio. April 2012. <https://www.facebook.com/media/set/?set=a.481213890590.384533.480671345590&type=3.24/01/2013>

Las edificaciones utilizan varios sistemas para la calefacción y para refrescar los ambientes, los más importantes son los sistemas de geotermia, chimeneas solares, ventilación cruzada y la utilización de materiales de alta inercia térmica, para Cuenca podemos utilizar los mecanismos de invierno que brindan ambientes cálidos creando confort para el usuario. Otro aspecto bueno del proyecto es la utilización de materiales de la zona que genera menos residuos e impactos ambientales, además de materiales reciclados.

## 2.8 Edificio “Call Center Telefónica”.

Pich Aguilera Arquitectes

Lugar: Toledo, España.  
Arquitectos: Felipe Pich Aguilera, Teresa Batlle.  
Fecha: proyecto 2002, final obra 2005.

Es un gran contendor, los materiales se utilizan para evitar acabados, al centro existe un gran espacio abierto donde se climatiza al edificio. Existen tres zonas en el edificio: en la primera están las operadoras, la cubierta funciona de atrio captando energía y distribuyendo el aire caliente o frío. La segunda se ubica al sur, es el área de descanso ligada a la primera, es un invernadero que caliente el aire para los demás espacios. La tercera al norte es de oficinas y salas con volúmenes cerrados y patios, esta orientado al norte donde los patios con vegetación son reguladores térmicos, las plantas sirven de

refrigeración natural y absorben los ruidos.  
El edificio se encuentra aislado de la carretera que pasa al frente, el parqueadero es subterráneo dando protagonismo al volumen único.

La cubierta con sus pendientes y capas capta energía para distribuir a todos los espacios, igual brinda una iluminación natural a todo el edificio, el agua caliente es con placas solares térmicas que se encuentran en la cubierta. Para los patios internos se utiliza el agua captada en la cubierta.

2.138





Los materiales resuelven problemas estructurales pero también componen los espacios mostrando los sistemas utilizados como elementos de la composición, la mayoría de materiales utilizados son prefabricados que reducen el tiempo de construcción y crean menos residuos. Para crear los espacios interiores abiertos y con patios se utilizaron vigas de puentes de carreteras creando espacios grandes que parecen que vuelan en el interior.

La cubierta y espacios centrales ayudan a distribuir la ventilación en el edificio. En invierno la cubierta al sur sirve de invernadero, se cierra el edificio a la ventilación natural para que se acumule el aire caliente al interior, por el norte entra la radiación e iluminación



2.39

2.40



2.41



## 2 Ejemplos de arquitectura sostenible

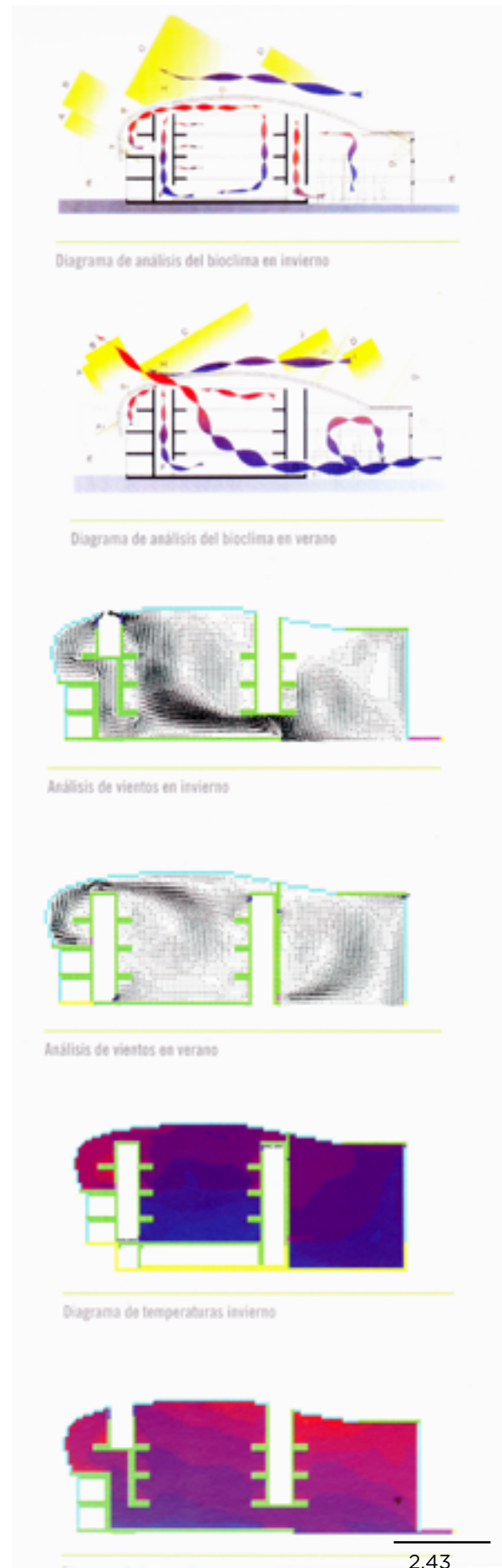
### Francisco Coellar Heredia



2.42

hacia los patios, así el aire caliente circula por los espacios centrales del edificio. En verano al cambiar el ángulo del sol la cubierta sur funciona como parasol por la lamas que tiene permitiendo que solo entre la luz al interior, se permite la ventilación cruzada del edificio por aperturas inferiores de la fachada norte sacando el aire caliente por la cubierta ubicada la sur.

La iluminación natural se da en todo el edificio. La fachada este y oeste permite la iluminación necesaria, las piezas cerámicas combinadas con las ventanas se distribuyeron por la celosía con estudios para que no exista una iluminación excesiva. Al norte la iluminación se da con su fachada de planchas de policarbonato translucido.



2.43



2.44



2.45

2.46



2.47

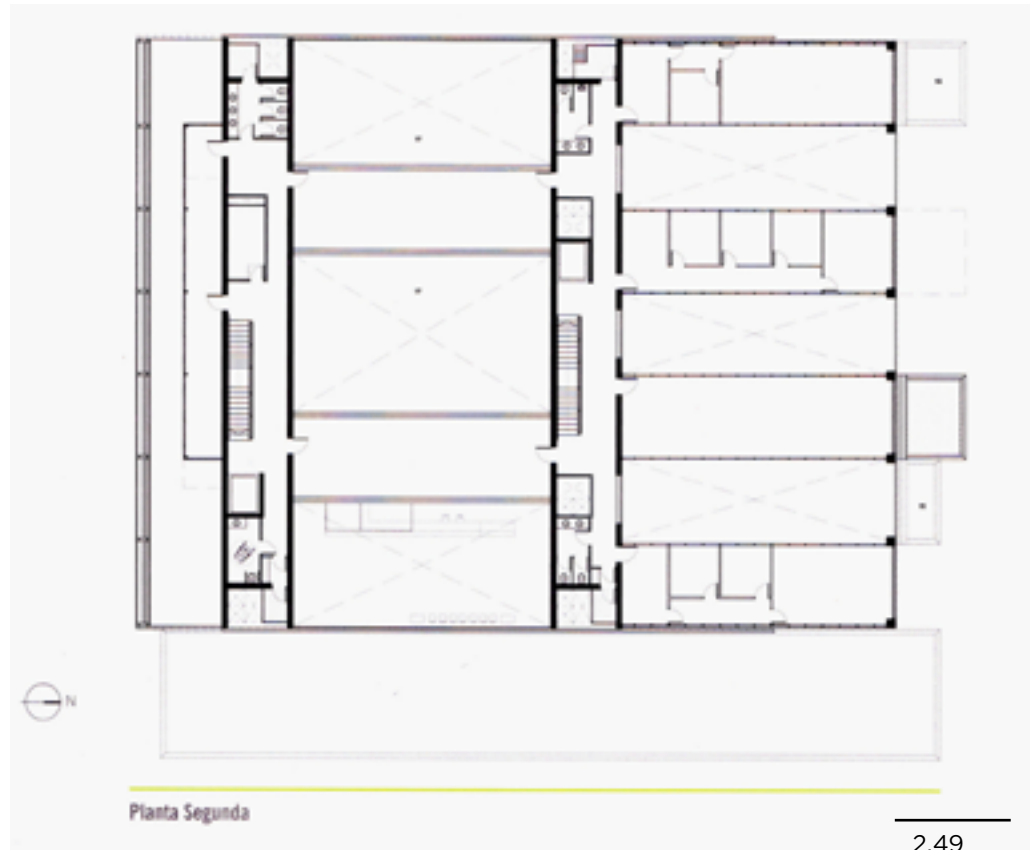
2.48



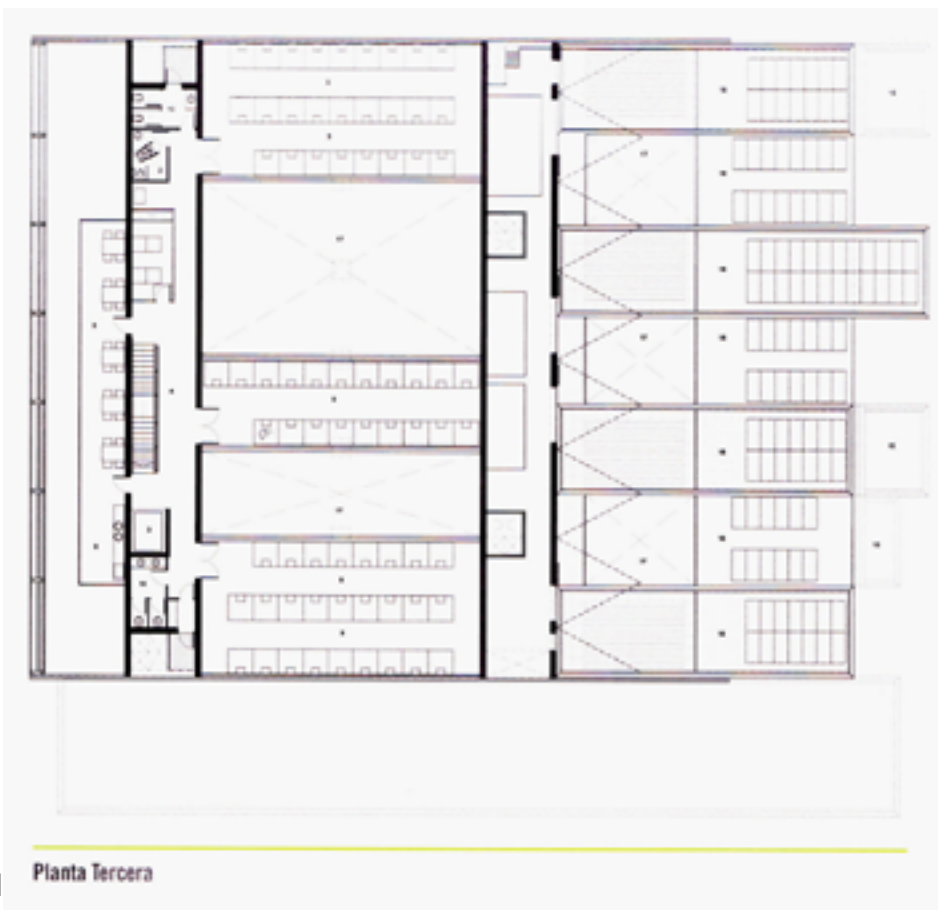


## 2 Ejemplos de arquitectura sostenible

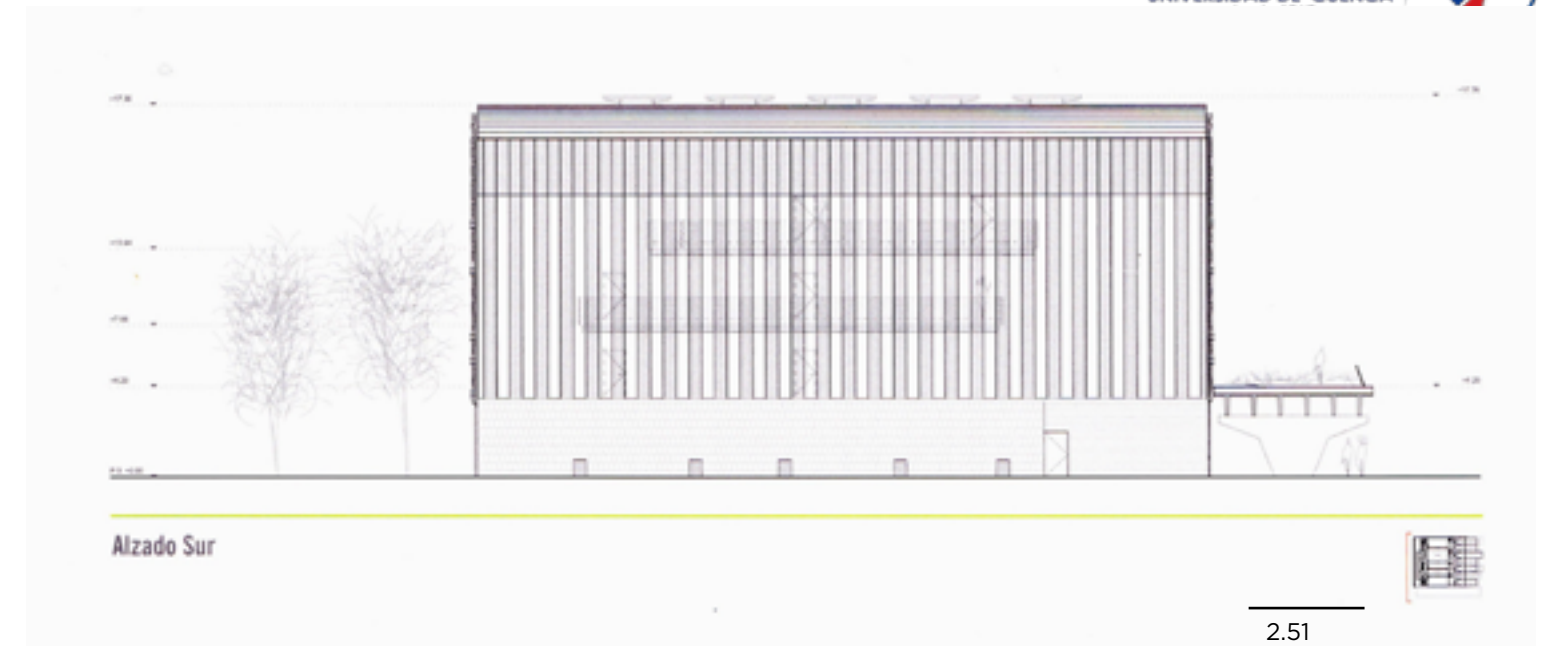
Francisco Coellar Heredia



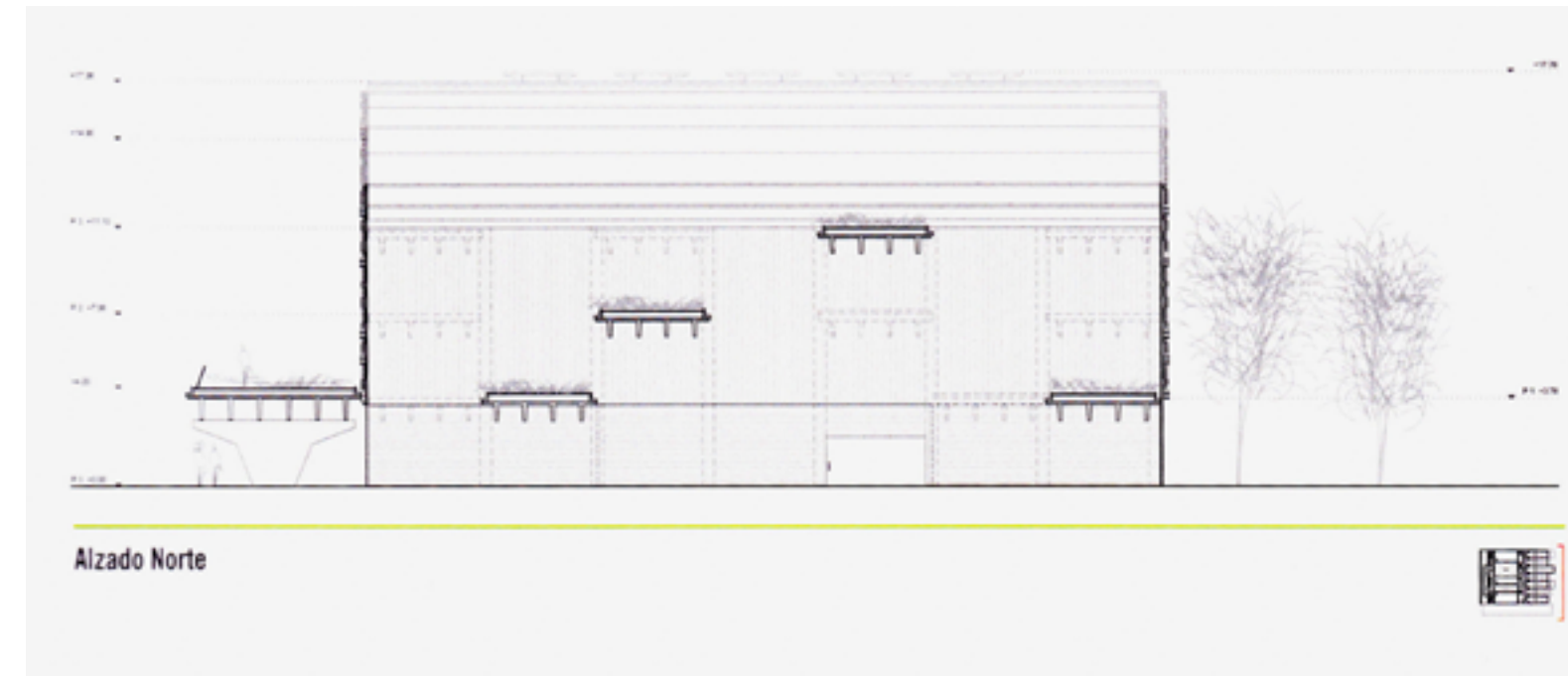
2.49



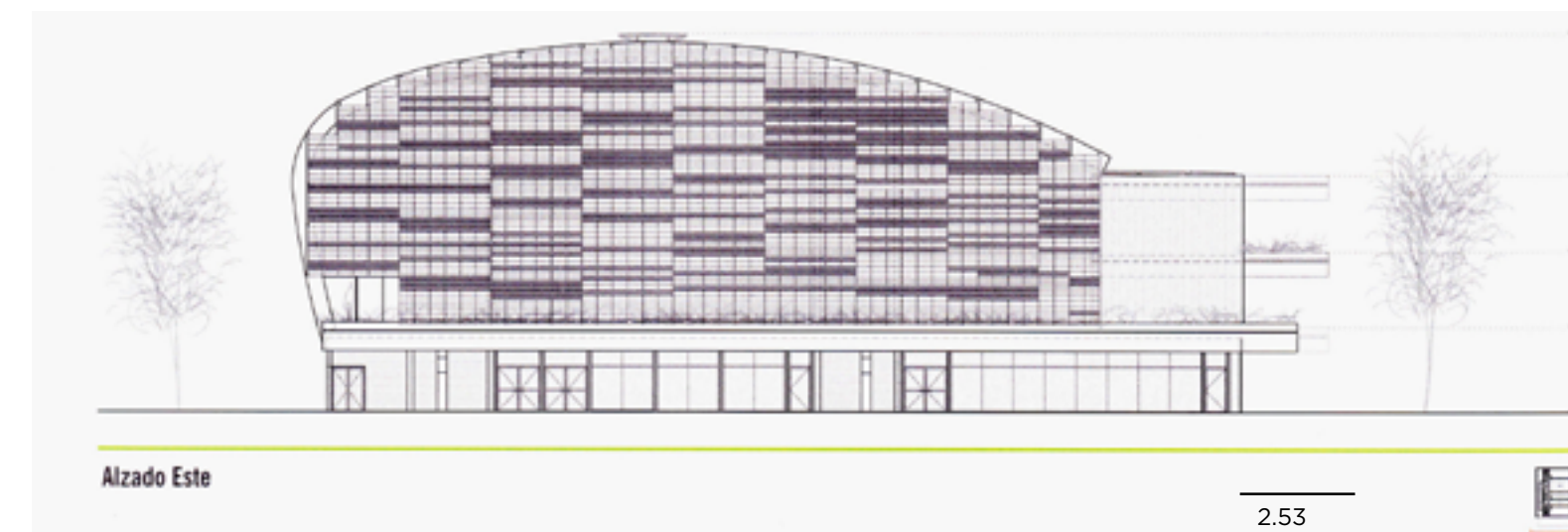
2.50



2.51



2.52



2.53



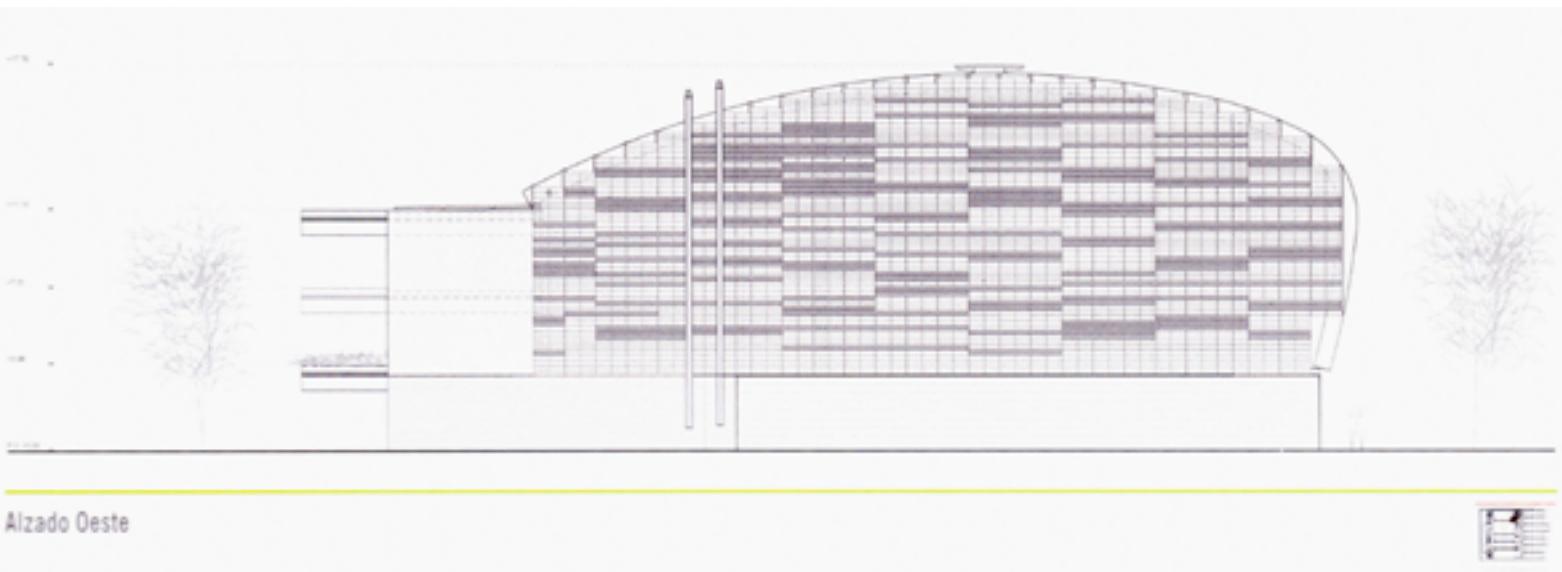
## 2.9 Bosque Vertical.

Boeri Studio.

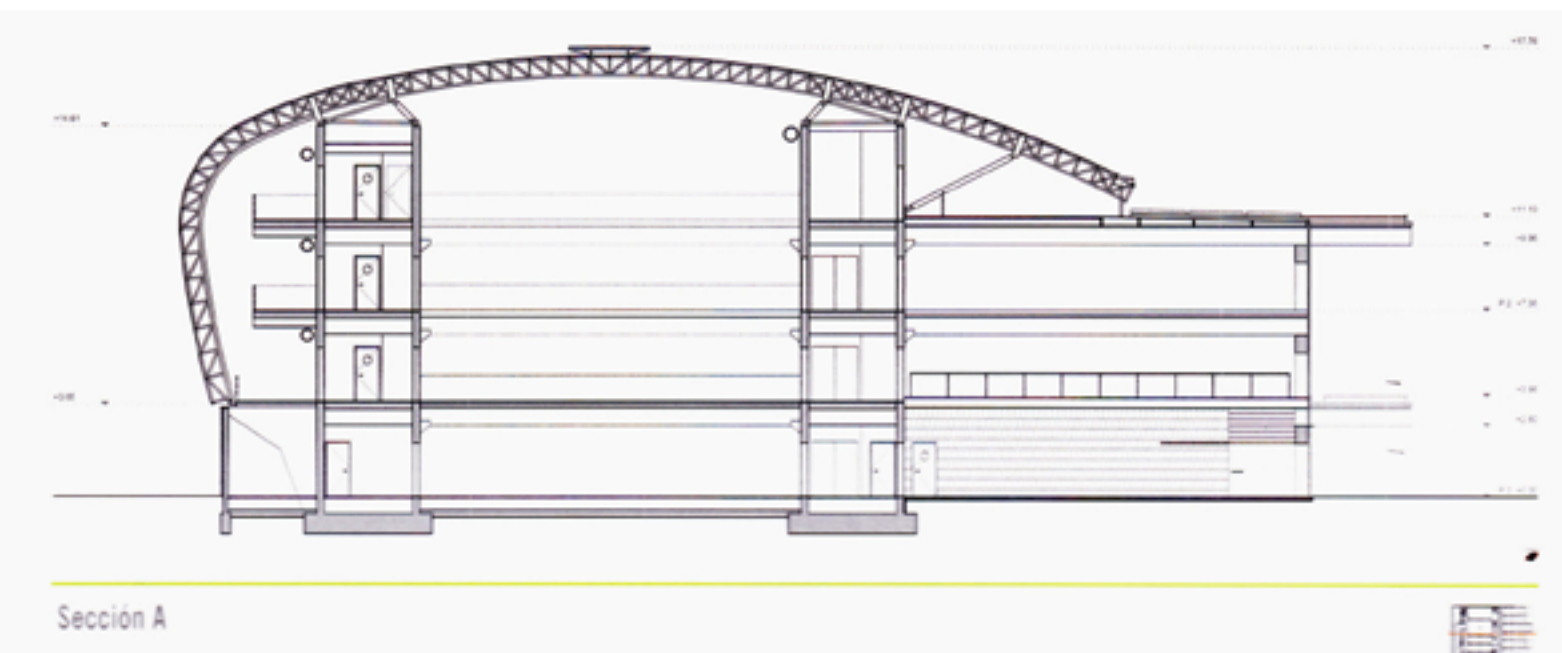
Lugar: Milán, Italia.  
Arquitectos: Stefano Boeri, Gianandrea Barreca, Giovanni La Varra.  
Fecha: proyecto 2008, final obra 2013.

Bosco Verticales es un edificio de viviendas de alta densidad que integra el paisaje a su fachada, son dos torres que buscan regenerar el paisaje perdido en la ciudad, las torres tienen 80 y 112 metros de altura, soportan 480 árboles grandes y medianos, 250 pequeños y 16000 plantas y arbustos, equivale a una hectárea de bosque.

2.156



2.54



2.55

Información, gráficos y fotos recopiladas de las siguientes fuentes:

- REYES, César. BARAONA POHL, Ethel. PIRILLO, Claudio. Arquitectura sostenible. Valencia - España, Pencil, 2007.

El diseño de la cubierta y sus fachadas juntos con los dos tragaluces y patios del edificio crean un mejor ambiente y confort para los usuarios, permiten la circulación del aire caliente o frío según la necesidad con la ayuda de paneles que se cierran o abren para que las corrientes internas circulen de diferente manera.





## 2 Ejemplos de arquitectura sostenible

Francisco Coellar Heredia

Francisco Coellar Heredia

Las plantas viven en la fachada cumpliendo varias funciones: filtran el polvo del aire, absorben dióxido de carbono, liberan oxígeno, dan sombra y crean un microclima que refresca en verano.

Crea vida para la ciudad, además puede albergar animales al crear ambientes seguros para ellos al servirle de refugio y alimento. Las plantas fueron seleccionadas para no tener problemas



2.58

2.57



2.60

2.61

con sus raíces ni el riego. Crean paisajes naturales para los departamentos, casas dentro de la ciudad. La edificación equivale a 50.000m<sup>2</sup> de casas en un bosque.

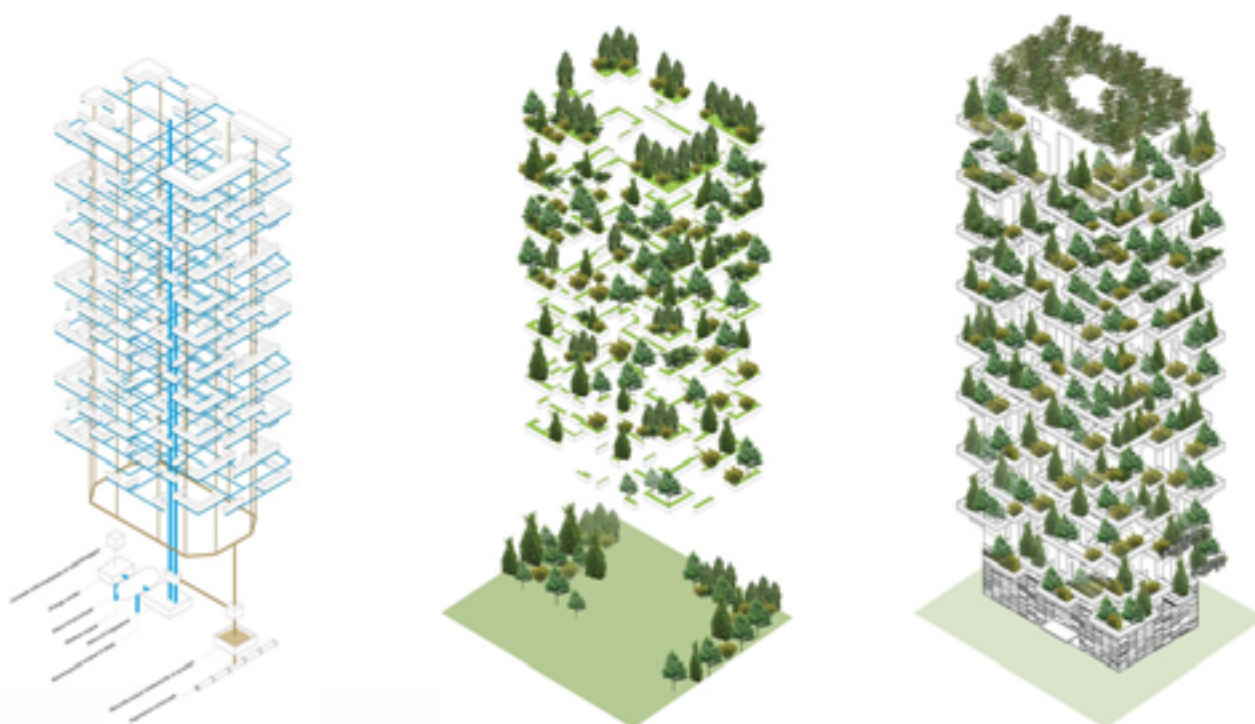
Es una propuesta interesante por la incorporación de vegetación, sobre todo de árboles, al diseño arquitectónico, creando nuevos conceptos de diseño y de paisaje para las ciudades. No se conoce la aplicación de arquitectura sostenible pero es un ejemplo interesante de arquitectura.



## Ejemplos de arquitectura sostenible

Francisco Coellar Heredia

Francisco Coellar Heredia

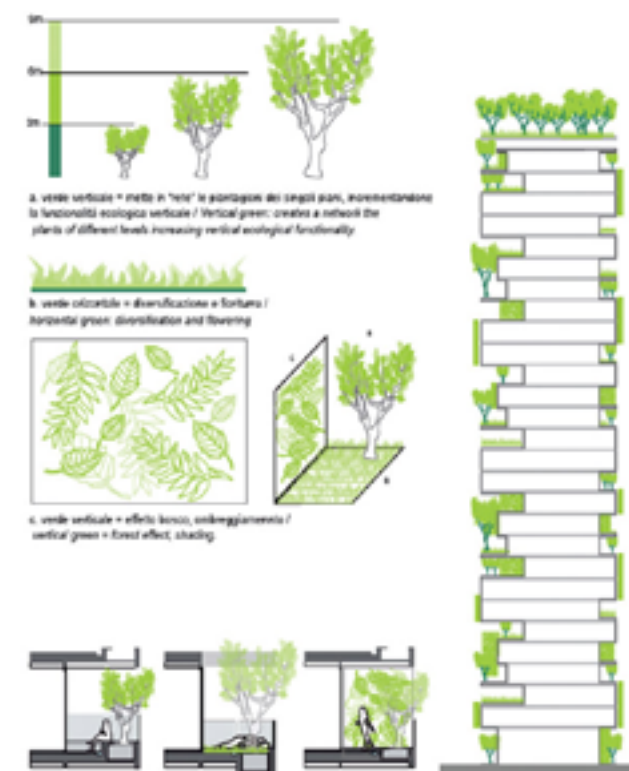


SISTEMA IDRICO

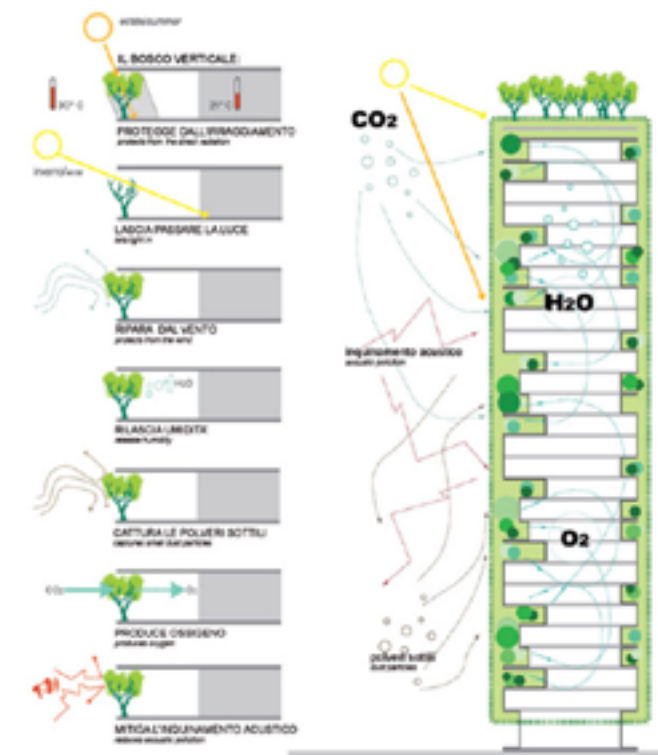
VEGETAZIONE

BOSCO VERTICALE

2.62



2.64



2.65



2.66

Información, gráficos y fotos recopiladas de las siguientes fuentes:

- GORDON, Katerina. En Construcción: El Primer Bosque Vertical / Boeri Studio. Diciembre 2011. <http://www.plataformaarquitectura.cl/2011/12/30/en-construccion-el-primero-bosque-vertical-boeri-studio/>. 26/01/2013.

Es una propuesta interesante por la incorporación de vegetación, sobre todo de árboles, al diseño arquitectónico, creando nuevos conceptos de diseño y de paisaje para las ciudades. No se conoce la aplicación de arquitectura sostenible pero es un ejemplo interesante de arquitectura.





## Programa arquitectónico y diseño del anteproyecto

### CONTENIDOS:

- 4.1 Diseño sostenible
- 4.2 Usos de energías en la edificación.
  - 4.2.1 Agua
  - 4.2.2 Sistema solar térmico para el agua
  - 4.2.3 Electricidad e iluminación.
  - 4.2.4 Calefacción
- 4.3 Análisis de la eficiencia energética del anteproyecto
- 4.4 Resultados

### OBJETIVOS:

- Estudiar y analizar las condiciones climáticas de la ciudad de Cuenca
- Diseñar el anteproyecto del edificio basado a un programa de necesidades de un cliente.
- Incorporar sistemas constructivos, materiales y equipos que hagan sostenible a la edificación.
- Establecer las especificaciones de diseño para el proyecto arquitectónico.
- Realizar el anteproyecto de un edificio sostenible.

## 3.1 Condiciones climáticas de Cuenca

### 3.1.1 Datos climatológicos

Los datos de Cuenca varían cada año y más aún en estos últimos años por los cambios climáticos que esta sufriendo el planeta. Los datos a continuación son un resumen de las estadísticas y gráficos tomados del punto 1.7 del capítulo 1.

#### Temperatura

El promedio anual es de 17°C, con una variación de 2.5°C mensual. Las temperaturas bajas por lo general se dan los meses de junio, julio, agosto y septiembre con un promedio de 14.5°C, y temperaturas más altas en los meses de octubre, noviembre y diciembre, febrero, marzo y abril, con un promedio de 18°C. Las temperaturas diarias varían bastante desde los 22°C hasta los 9°C, en ciertas ocasiones temperaturas al medio día de 27°C y temperaturas menores por las noches alcanzando 6°C.

#### Soleamiento

La declinación del sol es nula, los equinoccios son de marzo a septiembre y los solsticios de junio a diciembre con declinaciones de +26°19' y 20°34' respectivamente respecto a la latitud sur 2°27' de Cuenca.

Posee una radiación solar alta y constante de 150w/m<sup>2</sup>/h en la mañana y al medio día de 450w/m<sup>2</sup>/h.

#### Vientos

Los vientos predominantes vienen del noreste (NW) durante casi todo el año, los secundarios del suroeste (SSW) con mas fuerza en los meses de noviembre, diciembre y enero, también existen brisas frías provenientes desde el Cajas en las noches (SWW, varia según la ubicación del predio en la ciudad), los vientos se intensifican por las tardes.

Los vientos se mueven a una velocidad de 11km/h de promedio anual, los meses de noviembre, diciembre y enero es donde más viento hay a una velocidad de 14km/h y en los meses de febrero, marzo y abril existe menos viento a velocidades de 9km/h.

#### Precipitación

Las lluvias no son claras durante el año, pero se ha establecido ocho meses lluviosos de octubre a mayo y 4 secos de junio a septiembre, esto es debido a que los valores pluviométricos mensuales y totales varían cada año, el promedio anual es de 860mm, el promedio de precipitaciones mensual en Cuenca es de 71mm/m2.

El promedio de cada mes es de: enero 63mm/m2, febrero 79mm/m2, marzo 135mm/m2, abril 171mm/m2, mayo 94mm/m2, junio 63mm/m2, julio 12mm/m2, agosto 27mm/m2, septiembre 29mm/m2, octubre 64mm/m2, noviembre 80mm/m2 y diciembre 80 mm/m2.

#### Humedad

La humedad diaria esta a un promedio entre el 62 y 71%. Baja en agosto, septiembre y octubre a un promedio del 53% alcanzando un 35%, es alta en mayo, junio y julio a un promedio del 77% alcanzando un 85%.

### 3.1.2 Análisis climatológico de Cuenca

#### Temperatura

El promedio anual de 17°C se encuentra bajo el rango de confort, por esto se considera a Cuenca como una ciudad fría, el rango de confort ideal está entre los 20°C y 22°C pudiendo variar hasta los 18°C o 24°C. Los meses de junio, julio y agosto la temperatura promedio es de 14.5°C por esto se necesita calefacción, los meses de octubre, noviembre, diciembre, febrero, marzo y abril al encontrarse a un promedio de 18°C entran al rango de confort pero no al ideal.

Entre las 10:00 y 17:00 tenemos sol y las temperaturas llegan a ubicarse dentro del rango entre los 20°C y 22°C, pero entre las 12:00 y 13:00 las temperaturas pueden pasar del rango confortable alcanzando 27°C, desde las 17:00 hasta las 2:00 se va perdiendo temperatura alcanzando los 9°C, pero desde las 2:00 hasta las 6:00 se

puede llegar a temperaturas de 6°C en los meses fríos, desde las 6:00 que sale el sol la temperatura sube de nuevo para alcanzar el rango de confort a las 10:00. Por estas razones desde las 17:00 hasta las 10:00 se necesita una fuente de calor extra.

#### Soleamiento

Los solsticios varían entre +26° y -20° el 22 de Junio y el 22 de diciembre respectivamente, sobre los equinoccios que se dan el 22 de marzo y 22 de septiembre, existiendo mayor soleamiento al este y oeste de la edificación, esto es de considerar ya que para dar un buen soleamiento y ganancia de calor ya que la radiación solar es alta en la ciudad. Al medio día es de proteger las edificaciones del exceso de radiación.

#### Vientos

Cuenca al ser una ciudad fría es de protegerla de los vientos para que no enfrié a las edificaciones, los vientos son más fuertes en las tardes cuando la temperatura comienza a bajar, los vientos predominantes vienen del NW y en los meses de noviembre, diciembre y enero los vientos secundarios del SWW toman más fuerza, es de considerar estos vientos durante todo el año ya que son brisas frías provenientes del Cajas.

El nivel de confort en nuestra región establece una ventilación en la edificación del aire entre 0.36km/h y



## 3.2 Necesidades del cliente

0.54km/h, al medio día cuando las temperaturas suben esta brisa puede aumentar. Esta brisa sirve también para la renovación de aire interior, es de ocuparla poco para que no enfriara las edificaciones.

### Precipitación

Las lluvias en el diseño sostenible nos sirven para los sistemas de recolección de agua lluvias, es de considerar los meses de junio a septiembre que son secos para utilizar estos sistemas. El promedio de precipitaciones mensual en Cuenca es de 71mm/m<sup>2</sup>, el promedio de cada mes es de: enero 63mm/m<sup>2</sup>, febrero 79mm/m<sup>2</sup>, marzo 135mm/m<sup>2</sup>, abril 171mm/m<sup>2</sup>, mayo 94mm/m<sup>2</sup>, junio 63mm/m<sup>2</sup>, julio 12mm/m<sup>2</sup>, agosto 27mm/m<sup>2</sup>, septiembre 29mm/m<sup>2</sup>, octubre 64mm/m<sup>2</sup>, noviembre 80mm/m<sup>2</sup> y diciembre 80 mm/m<sup>2</sup>.

### Humedad

El rango de confort se encuentra entre el 50% y el 60% en las zonas andinas. Desde las 17:00 se gana humedad al perder calor hasta las 6:00, desde aquí hasta las 10:00 la humedad disminuye. La humedad diaria esta a un promedio entre el 62 y 71% sobre el rango adecuado. Baja en agosto, septiembre y octubre a un promedio del 53% ubicándose dentro del rango adecuado, es alta en mayo, junio y julio a un promedio del 77%. La construcción de un edificio de viviendas en el predio más locales comerciales y oficinas en la planta baja.

Las viviendas serán departamentos estarán en la primera planta alta, segunda planta alta y la buhardilla (tercera planta alta). Según el estudio de las áreas se necesita aproximadamente 25 departamentos:

- 14 dep. de 3 dormitorios entre 110-120m<sup>2</sup>
- 9 dep. de 2 dormitorios entre 75-100m<sup>2</sup>
- 2 depa. de 1 dormitorio de 50m<sup>2</sup>

Distribuidos por los tres pisos altos en igual medida y los del último piso agrandar las áreas determinadas para cada departamento y tener terrazas accesibles.

Para las oficinas y locales comerciales de la planta baja se calculo 10 en total:

- 4 locales de 100-110m<sup>2</sup>
- 5 oficinas de 50-80m<sup>2</sup>
- 1 local comercial grande de aproximadamente 150m<sup>2</sup> que este de al frente del edificio.

Existirá un subsuelo para los parqueaderos y bodegas.

Los resultados del anteproyecto fueron los siguientes:

23 departamentos:

- 11 dep. de 3 dormitorios.
- 6 dep. de 2 dormitorios.
- 6 dep. de 1 dormitorio.

10 oficinas y locales comerciales:

- 4 locales comerciales con una área entre 105 y 110 m<sup>2</sup>.
- 5 oficinas con una área entre 44-82 m<sup>2</sup>.
- 1 local comercial grande de 145m<sup>2</sup> al frente del edificio.

## 3.3 Análisis del sitio

### 3.3.1 Ordenanza

La ordenanza del sector del Ejido cambio en el 2010, planteando lo que fue este sector desde un comienzo donde se emplazaban casas de veraneo, por esto se busco la idea de Ciudad Jardín donde los habitantes vivan entre cinturones vegetales como decía el Arq. Gilberto Gatto Sobral que hizo el primer plan de ordenamiento de la ciudad en 1947. El sector es una extensión del centro histórico por eso se busco preservarlo, además de la cantidad de arquitectura cuencana que existe siendo varias edificaciones valoradas como patrimonio.

El terreno se ubica en el límite del sector del Ejido, en el subsector 2-1, por lo tanto la nueva ordenanza para el sector se aplica en este.

El uso de suelo asignado es Residencial 1. El uso principal es el de vivienda (vivienda, vivienda estudiantil, vivienda de alquiler en general, Art.21.), y si se implementasen otras actividades complementarias o usos permitidos y condicionados a este, no podrán superar el 30% del Coeficiente de Uso del Suelo.

La altura al alero considera: 0.90 metros de sobre cimienta y máximo 3,20 metros por piso; la altura al alero al cumbrero comprenderá: una pendiente promedio del 30%.

Se puede crear una Buhardilla (Cuarto piso) que ocupe la mitad del área de la planta inferior, el tercer piso (segunda planta alta).

Sobre la ocupación del suelo el objetivo general es de respetar el paisaje y el ambiente para mejorar la calidad de vida de los habitantes y mantener la imagen urbana.

### Artículos:

#### CAPÍTULO III. Ocupación del Suelo.

Art. 26.- a.- Podrán adosarse en planta baja hacia los dos lados del predio. Uno de estos deberá retranquearse en distancia igual 3m para crear un área de uso restringido, la que no será utilizada para el ingreso al parqueadero (el presente tendrá efecto para las edificaciones desde cuatro pisos en adelante).

Art. 26.- d.- La relación volumétrica del ancho y fondo se debe mantener en

Altura de la edificación		3 pisos
Lote mínimo (m <sup>2</sup> )		400
Frente mínimo (m)		15
COS máximo (%)		60
Retiros frontales, laterales y posteriores mínimo (m)	F	5
	L	3
	P	3
Densidad neta de vivienda (DV)		Mayor o igual a 75-100 Viv/Ha.

un máximo de 1:2 o viceversa. Si sobrepasa esta relación deberán construirse dos torres o más con una separación entre estos no menor a 0.35 veces la altura máxima del bloque de mayor altura.

Art. 29.- Las determinaciones de la presente Ordenanza y que corresponden a dimensiones de longitud y superficie tendrán una tolerancia de un 10% en más o menos, con excepción de los retiros, alturas y proporción volumétrica.

#### CAPITULO IV. De los retiros.

Art. 34.- Los retiros frontales no podrán ser ocupados como parqueaderos y deberán ser tratados con vegetación.

Art 35.- Deberá proponerse vegetación alta existente en los 2,30 primeros metros del retiro frontal en caso de lotes esquineros esta se aplicara en el frente de la vía con mayor jerarquía.

Art 36.- Si se construyeren edificaciones de más de tres pisos, estas deberán respetar los retiros laterales determinados en el Capítulo II usos y ocupación del Suelo a partir de los 4 primeros metros de altura.

#### CAPÍTULO V. De las alturas.

Art. 37.- La altura máxima será considerada en metros, de acuerdo al Subsector o Eje Urbano en el que se emplace, y será medida desde el nivel de la calzada más baja.

Art. 38.- La planta baja es considerada

como un piso y no podrá sobrepasar la altura de 4m, y cada piso tendrá una altura máxima de 3.20m., medidos de piso terminado a piso terminado.

Art. 39.- Las edificaciones que superen los 13.00m. de altura (altura máxima de la edificación - 3 pisos), y que tengan cubierta plana tendrán acceso a esta desde el vestíbulo del último piso por medio de una grada; dicho acceso será únicamente para fines de mantenimiento.

Art. 40.- La altura máxima permitida será la establecida en el Capítulo II Usos u Ocupación del Suelo, que incluye:

- Cumbrero en caso de cubiertas inclinadas.
- Losa en caso de cubierta plana.
- Sala de condóminos.
- Sobre cimient.
- Instalaciones: gas centralizado, cisternas, y cualquier otro tipo de elementos, como antenas y otros, los cuales por ningún motivo excederá la altura establecida.

Únicamente podrá sobrepasar la altura antes descrita la cabina del ascensor en una altura no mayor a 3.80m y la cubierta de la grada en una altura no mayor a 3.10m.

Podrá emplazarse un cuarto de mantenimiento que no sobrepasará el 1.00m de ancho a lo largo de uno de los lados de la cabina del ascensor, con una altura máxima de 3.80m.

La altura mínima de locales habitados será de 2.50m, entendiéndose por tal la distancia comprendida entre en nivel de piso terminado y la cara inferior del cielo raso.

Art 41.- En caso de terrenos con inclinación positiva o negativa respecto a la vía, se considerara para la altura máxima por establecer, el trazado de una línea imaginaria perpendicular desde la línea de fábrica hasta el extremo posterior del lote y la altura máxima permitida estará enmarcada dentro de la línea paralela a la inicialmente descrita.

Art. 42. La altura de los adosamientos no podrá por ningún motivo ser mayor a 4m.

#### CAPÍTULO VI. De los adosamientos.

Art. 44.- El adosamiento únicamente será permitido en la planta baja, estableciendo una altura máxima de 4m., que incluye la altura al cumbrero en caso de cubierta inclinada, y en caso de cubierta plana esta será inaccesible.

Art. 45.- En edificaciones desde los 16.00m de altura (altura máxima de la edificación - 4pisos), deberá retranquearse los adosamientos a una distancia igual a 3m, para crear un área de uso restringido, la que no será utilizada para el ingreso al parqueadero.

Art. 46.- En edificaciones desde los 16m de altura (altura máxima de la edificación - 4 pisos), podrán adosarse hasta un piso, siempre y cuando exista una edificación que se encuentre ya adosada.

#### CAPÍTULO VII. De los parqueaderos.

Art. 48.- a.- Para los edificios de vivienda debe existir un puesto de estacionamiento por cada unidad de vivienda menor o igual a 100m<sup>2</sup> y un puesto adicional si se excediese el 10% de esta

área.

Art. 48.- b.- En conjuntos habitacionales deberá existir un puesto de estacionamiento por cada unidad de vivienda de hasta 100m<sup>2</sup> y un puesto adicional por cada fracción de 120m<sup>2</sup>.

Art. 48.- c.- Adicionalmente debe existir un puesto de estacionamiento para visita por cada tres unidades de vivienda, los mismos que serán de uso comunal.

Art. 48.- d.-Para edificios de oficina debe existir un puesto de estacionamiento por cada 40m<sup>2</sup> o fracción mayor de 40m<sup>2</sup>.

Art. 48.- e.- Adicionalmente debe existir un puesto de estacionamiento para visita por cada tres unidades de oficina.

Art. 48.- f.- Para comercio en general debe existir dos puestos de estacionamiento por cada 65m<sup>2</sup> o fracción de 40m<sup>2</sup>.

Art. 47.- h.- La rampa de acceso hacia los parqueaderos subterráneos deberá comenzar luego de los 3.50 primeros metros de la línea de fábrica.

Art. 47.- j.- Las rampas tendrán una pendiente máxima del 22% con tratamiento de piso antideslizante, con un ancho mínimo de 3m en las rectas y de 3,50m en las curvas.

Art. 47.- k.- El radio de curvatura mínimo medido al eje de la rampa será de 7,50m.



CAPÍTULO VIII. Delas normas de arquitectura.

Art. 55.- La última huella de la grada a realizarse en el exterior de la edificación para acceder a la planta baja, deberá ser como mínimo de 0.90m.

Art. 56.- Las gradas, rampas y cualquier otro tipo de elemento deberán ubicarse después de 3,50m contados a partir de la línea de fábrica, con excepción del acceso de personas con discapacidades especiales.

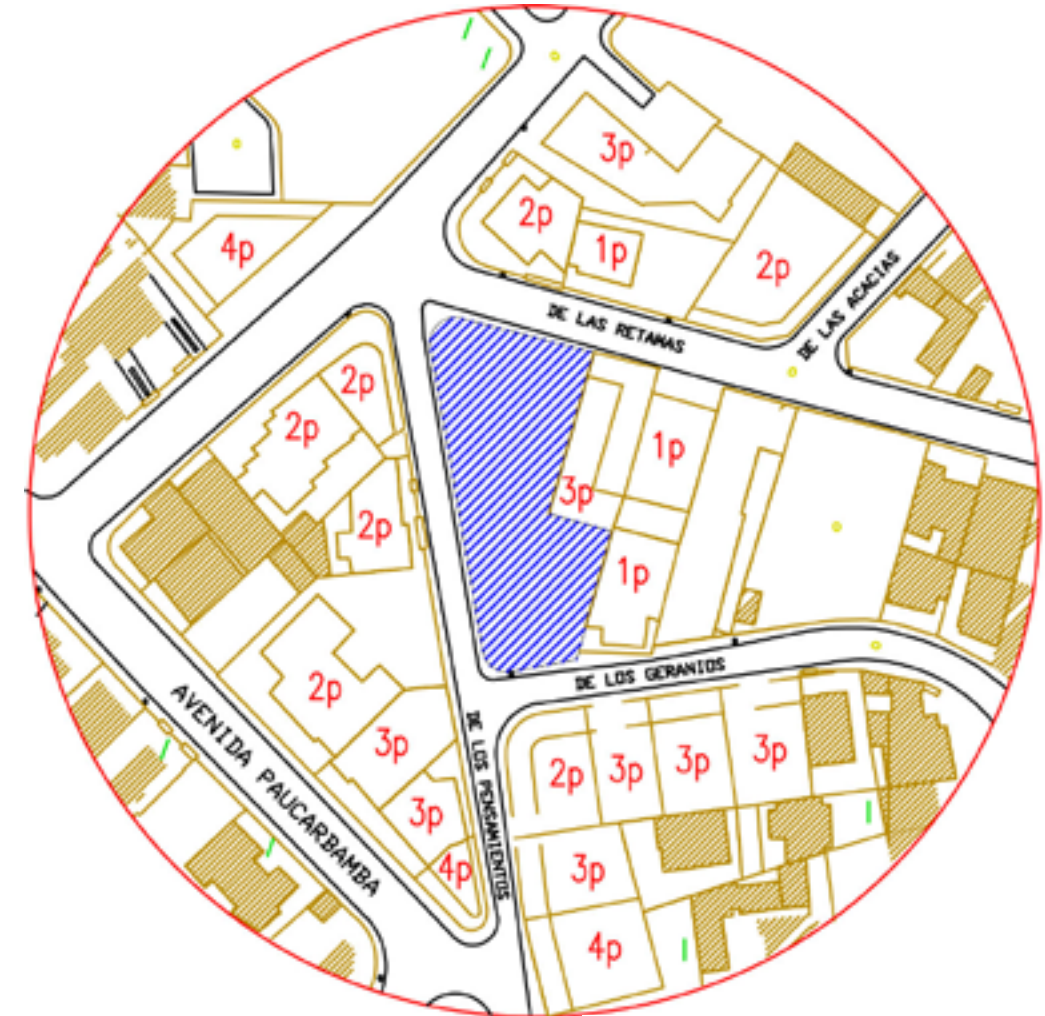
### 3.3.2 Condicionantes del sitio

#### Ubicación. Entorno vial.

El terreno se ubica en la zona sur del Ejido de la ciudad. Posee tres frentes, su principal en la calle De los Pensamientos y su otras dos en la calle De las Retamas y calle De los Geranios. Su acceso principal es por el redondel ubicado en la unión de la Av. 10 de Agosto, Av. Paucarbamba, Av. 27 de Febrero y calle De los Pensamientos.



Ubicación. esc.1:5000



Ubicación. esc.1:2000

#### Entorno. Colindancias.

Se encuentra rodeada de varias edificaciones entre 1 piso, 2 pisos y 3 pisos, cerca existen edificaciones de 4 pisos. Al norte posee una calle y edificaciones bajas frente a esta, al sur igual una calle y edificaciones bajas, al oeste una calle y edificaciones bajas frente a esta, existen edificaciones de 4 pisos al sur y al NO que no taren problemas. Lo que es de considerar es una edificación de 3 pisos que se encuentra adosada a una parte del este para el diseño del edificio.





Foto satelital del terreno. Se aprecian los 3 frentes que posee.



Alrededor se encuentran varias edificaciones, cerca existe un parque, y un poco más alejado se encuentran 2 ríos (250m y 500m).

### Entorno. Paisaje, vistas.

#### Vistas desde los exteriores del sitio:



Vista al lado sur.



Vista a la esquina norte del terreno, atrás se ven las montañas de Turi.



Vista al lado oeste desde el sur.



Vista al lado oeste desde el norte.



Calle De los Pensamientos.





Casas en la calle De los Pensamientos.



Casa al este del terreno adosada.



Vista al este, donde no se encuentra adosada la otra edificación.



Vista al norte.



Vista de la esquina norte a una escuela que existe.

#### Vista desde los interiores del sitio:



Vista al norte.



Vista al sur.



Edificio frente a la esquina norte.



Vista al sur.



Vista al oeste.



Vista al este, edificación adosada.





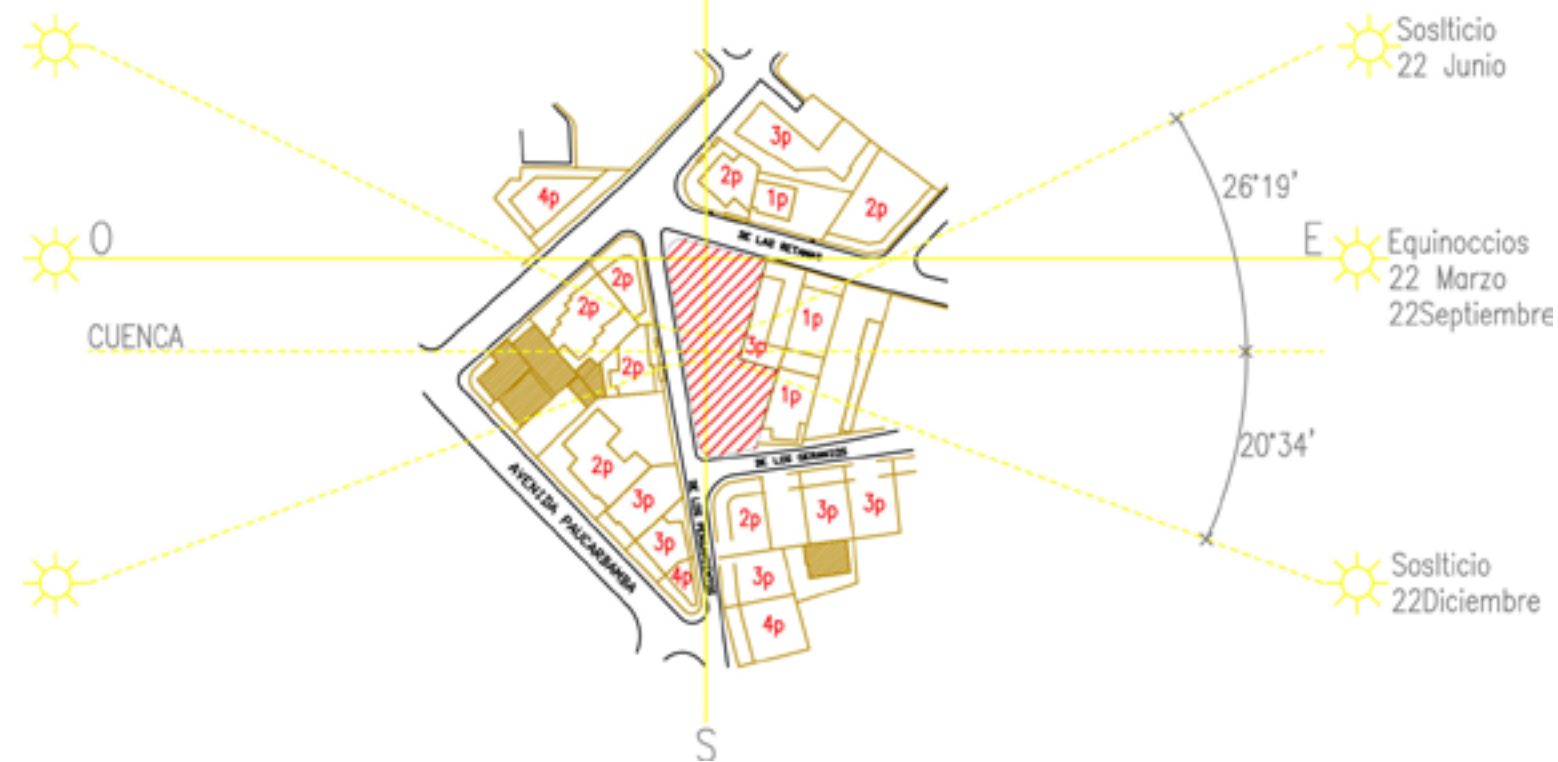
Edificación adosada tres pisos al este y parte del norte.

### Clima. Soleamiento.

El eje del terreno se ubica de norte a sur, siendo bueno para poder dar soleamiento a todo el edificio por la mañana o la tarde, no existen edificaciones altas a los lados por lo tanto no vamos a tener problema de sombras a excepción de una parte del lado este donde existe una edificación adosada 3 pisos que puede traer problemas.

La fachada norte en parte de Diciembre y Enero por los solsticios no va a poseer una radiación directa y en parte de los meses de Junio y Agosto la va a aprovechar de mejor manera, sucediendo esto peor al revés en la fachada sur.

### Estudio de soleamiento. esc.1:2500



### Clima. Vientos.

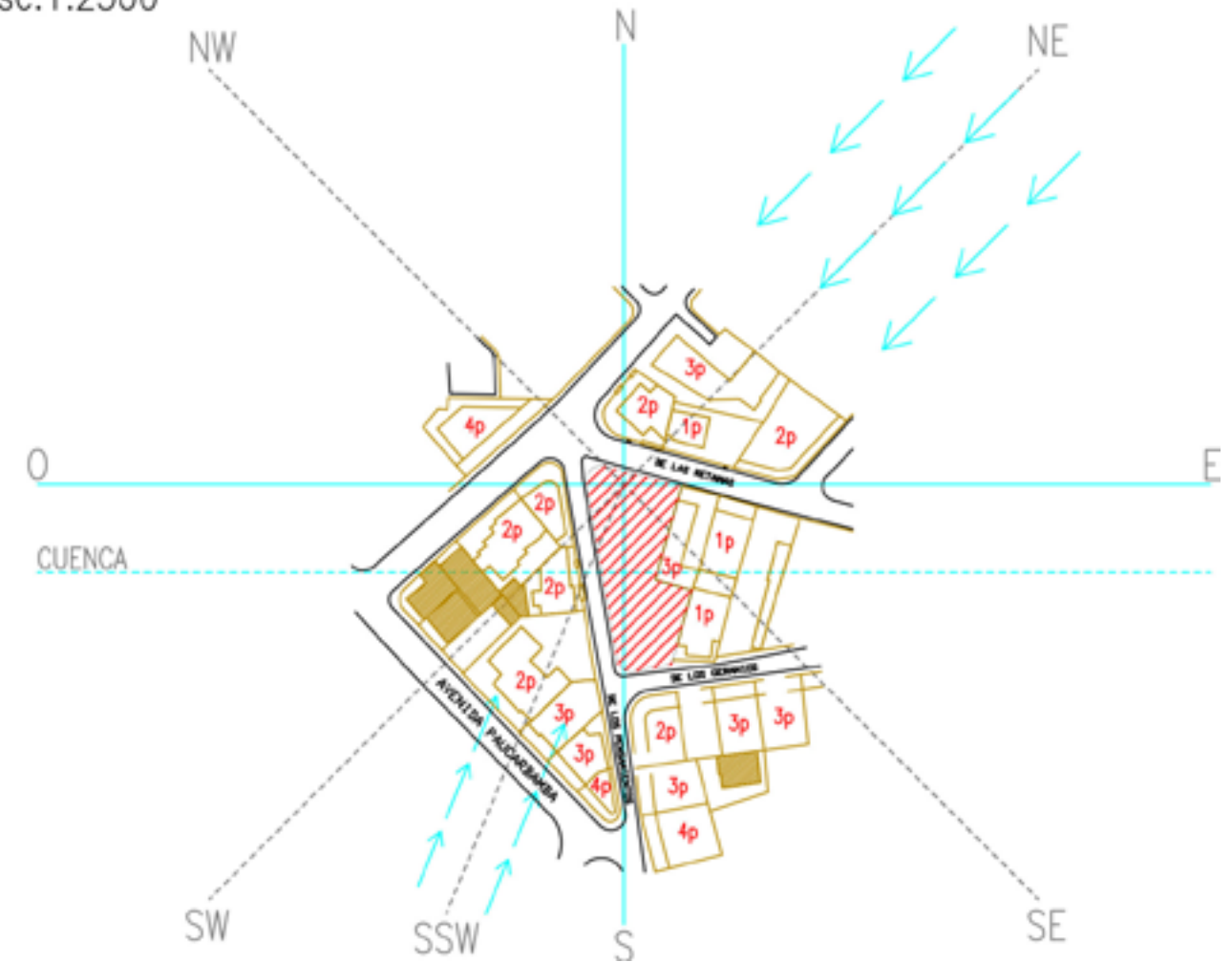
Los vientos en la ciudad provienen principalmente del NE de la ciudad, por esto es de proteger a la fachada norte, la fachada este se protege por la edificación de 3 pisos adosada que existe pero también es de protegerla. Los vientos fríos provenientes con menor intensidad del SSW chocarían con la fachada sur y un poco con la fachada oeste.

### Topografía y tamaño.

La topografía y forma planimetría del terreno se les puede considerar planas, abra una buena resistencia del suelo ya que al encontrarse a pocos metros del río se le considera una zona rocosa de lecho de río.

El Área es de 1658.10m<sup>2</sup>.

### Estudio de vientos. esc.1:2500





## 3.4 Concepto del anteproyecto

### Usos de suelo. Áreas.

Se pueden construir 3 pisos, más un 4 piso que ocupe la mitad del piso inferior, el lote mínimo tiene que ser de 400m<sup>2</sup> y frente mínimo de 15m. El COS máximo es del 60%, los retiros son: el frontal de 5m, el posterior y laterales de 3m. A un costado del retiro posterior es de retranquearse 3m.

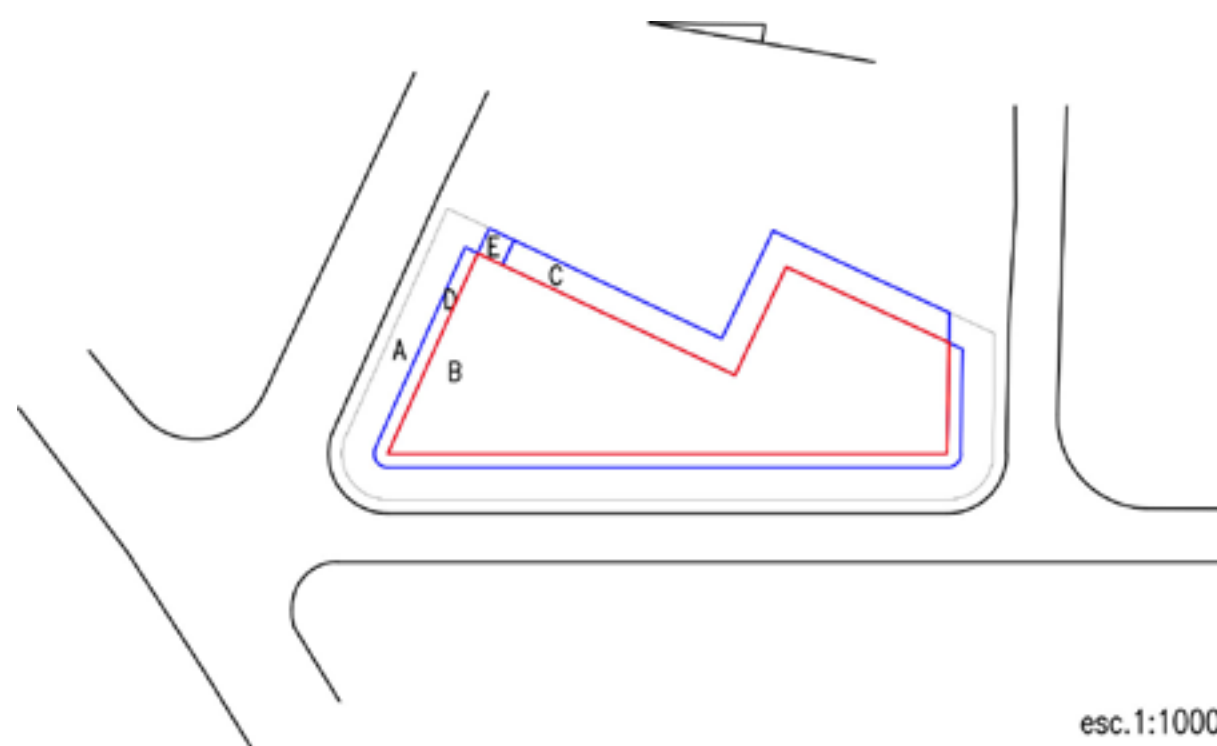
A Área del terreno = 1658.10m<sup>2</sup>  
COS máximo = 994.86m<sup>2</sup>  
B Área del terreno con retiros = 904.30m<sup>2</sup>  
C Área del retiro posterior = 180.21m<sup>2</sup>

D Área del volado (1.50m) = 149.30m<sup>2</sup>  
E Área del retranqueo (3m) = 9.00m<sup>2</sup>

Áreas por planta:

Planta baja = B+C = 1084.51m<sup>2</sup>  
Segundo piso = B+D = 1053.60m<sup>2</sup>  
Tercer piso = B+D = 1053.60m<sup>2</sup>  
Cuarto piso = (B+D)/2 = 526.80m<sup>2</sup>

ÁREA TOTAL = 3718.51m<sup>2</sup>



### 3.4.1 Idea conceptual

Un edificio multifamiliar es una edificación destinada para albergar las viviendas de las personas, esto en base a una estructura diseñada para cumplir estas funciones con calidad brindando facilidad y comodidad en sus ambientes además de seguridad para sus ocupantes. En la planta baja se desarrollan oficinas y locales comerciales para crear vida al proyecto con la integración de otras actividades que realizamos para tener comercio cerca y evitar desplazamientos de sus ocupantes.

El proyecto se desarrollara a través de una arquitectura contemporánea con la realización de un solo bloque que posea vanos y 4 ductos de iluminación para garantizar la luz en el interior, el corredor principal será central en el eje norte-sur para que los departamentos se emplacen hacia el este y oeste para captar luz y calor de la radiación y a su vez proteger las fachadas norte y sur de los vientos existentes.

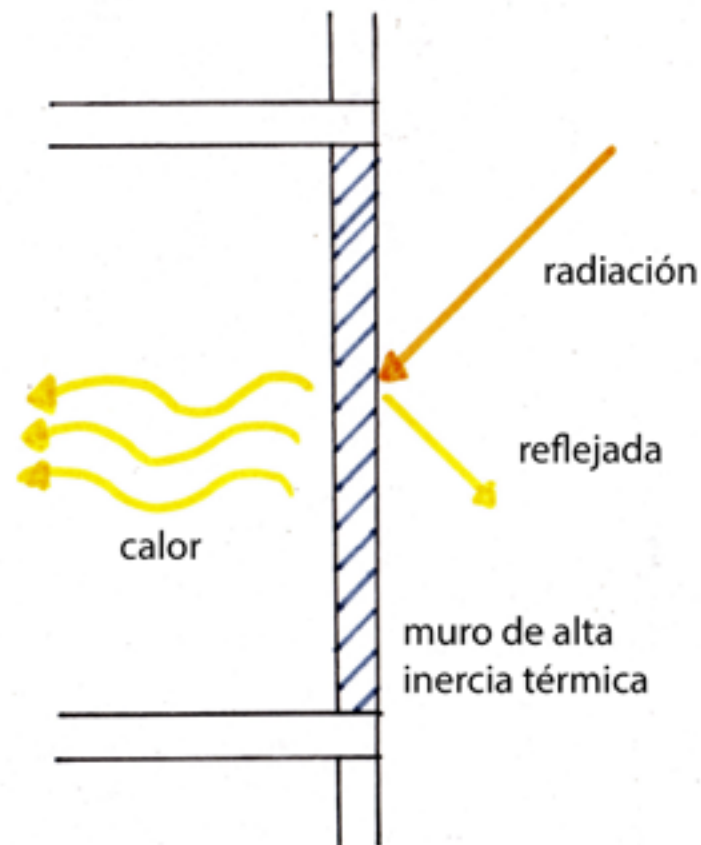
Todo esto se desarrollara incorporando criterios de arquitectura sostenible para crear un proyecto contemporáneo que brindar un mayor confort a sus usuarios y a su vez que aporte con un eficiente consumo de las energías no solo para que la vida aquí presente un costo menor, sino para preservar el me-

dio ambiente. Igual se incorporara vegetación que da vida a los proyectos además de crear espacios verdes que hacen falta en la ciudad.

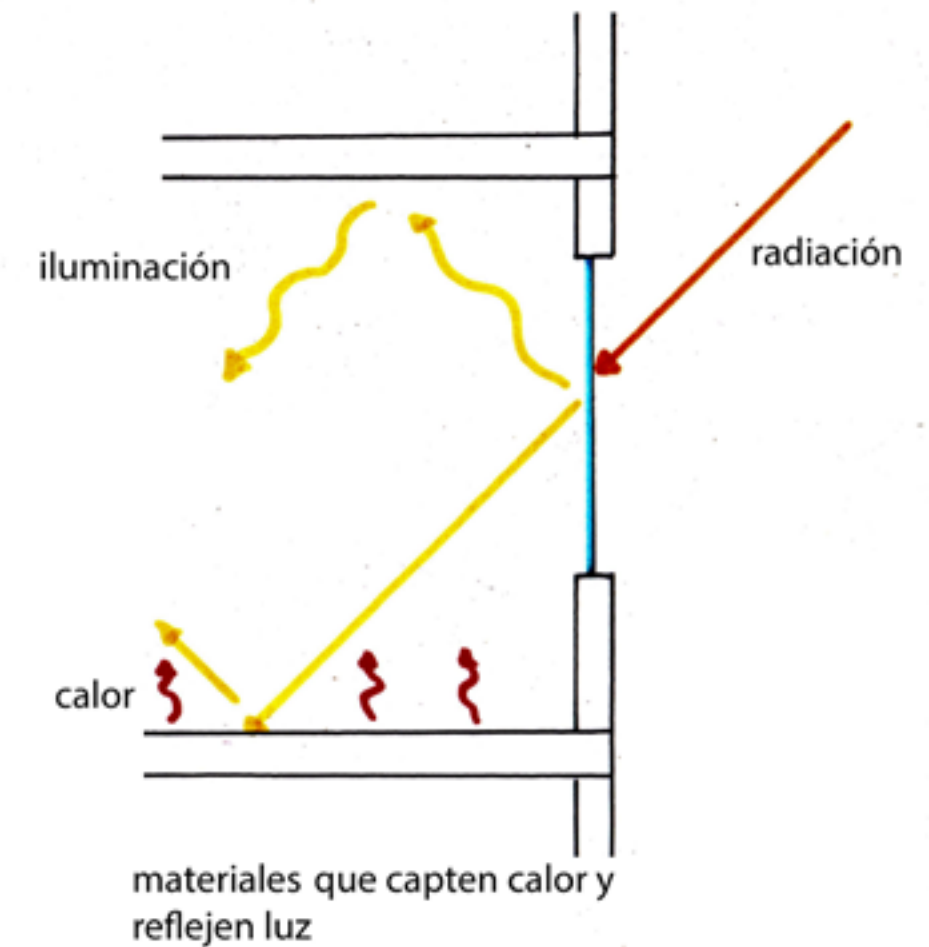
### 3.4.2 Criterios de sostenibilidad y croquis conceptual

Los criterios de sostenibilidad que se aplicaran para el diseño del proyecto están junto a croquis conceptuales, ideas generales de detalles transferidas a imágenes para expresar lo que se utilizara en el proyecto:

- Paredes de alta inercia térmica en las fachadas este y oeste para captar la radiación que es transformada a calor solar para que se transmita al interior lentamente durante la tarde y la noche. Se utilizara ladrillo artesanal para formar paredes de 20 cm que tiene un retardo térmico de 7:30 h y piedra pizarra negra que capta más la radiación formando paredes de 30 cm con un retardo térmico de 5:30 horas.

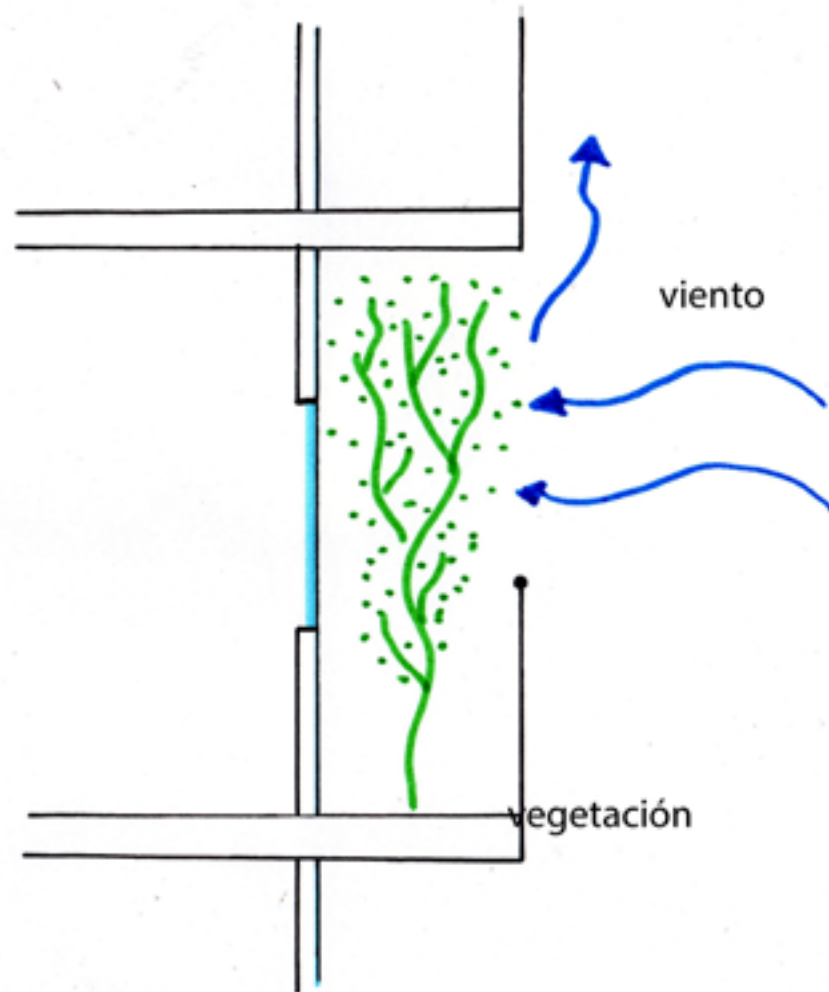


- Ventanas grandes hacia el este y oeste para que los ambientes reciban una adecuada iluminación y reciban radiación solar. Los pisos serán porcelanatos para reflejar la iluminación al interior y captar radiación al ser de alta inercia térmica.

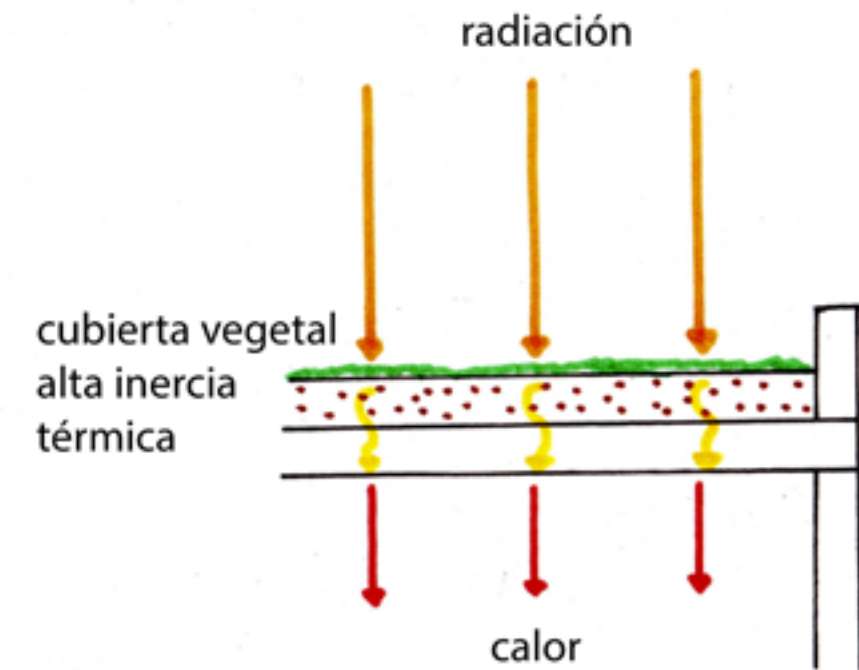




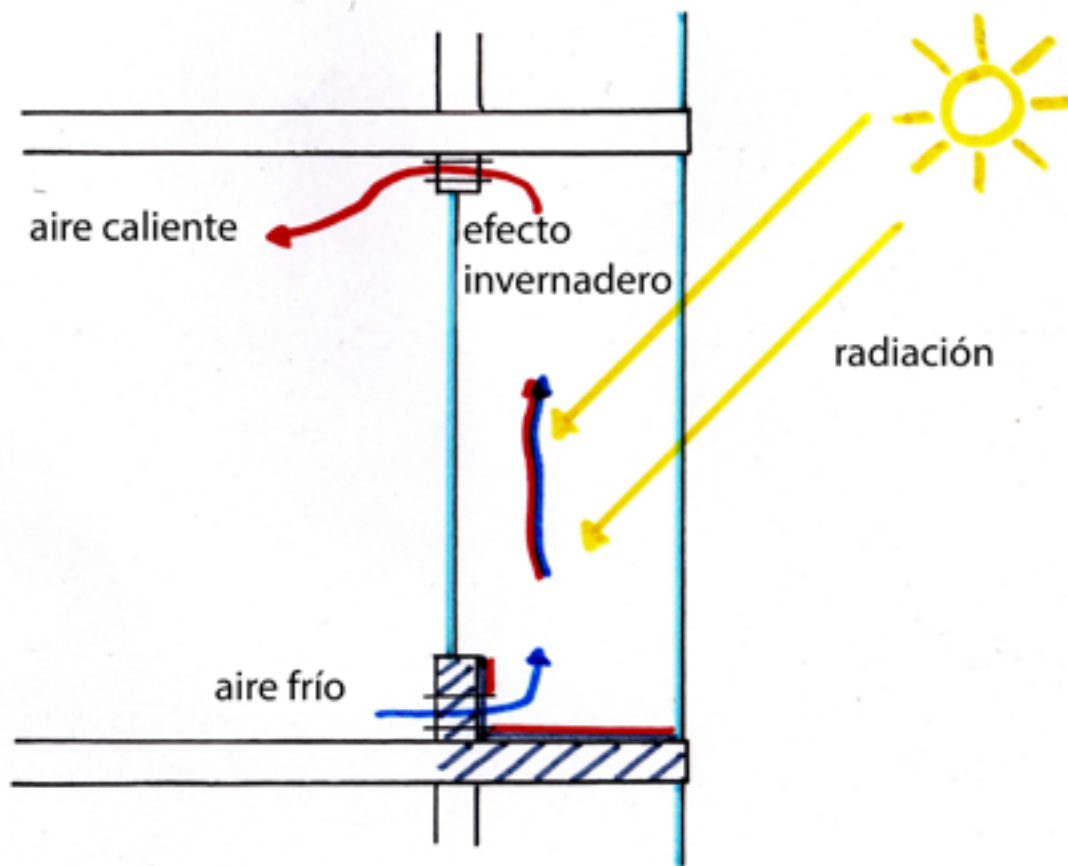
- En la fachada norte golpean los vientos principales de la ciudad, se utilizaron ventanas más pequeñas en esta para una mayor protección y menor pérdida de calor, además de la utilización de vegetación para protección.



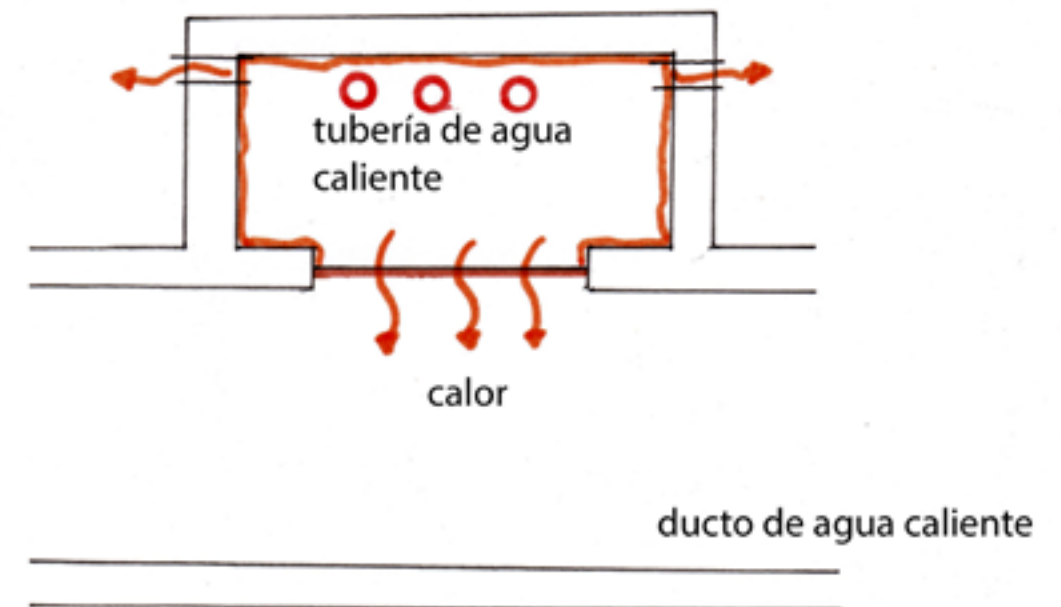
- La cubierta poseerá una masa térmica para que se caliente en el día y esta sea transmitida por la noche a través de conducción hacia el interior de la última planta.



- Para utilizar la calefacción solar pasiva se crearan atrios acristalados que formaran patios internos, balcones cerrados con vidrio, esto ayuda a calentar al edificio por efecto invernadero además de brindar una mejor iluminación.

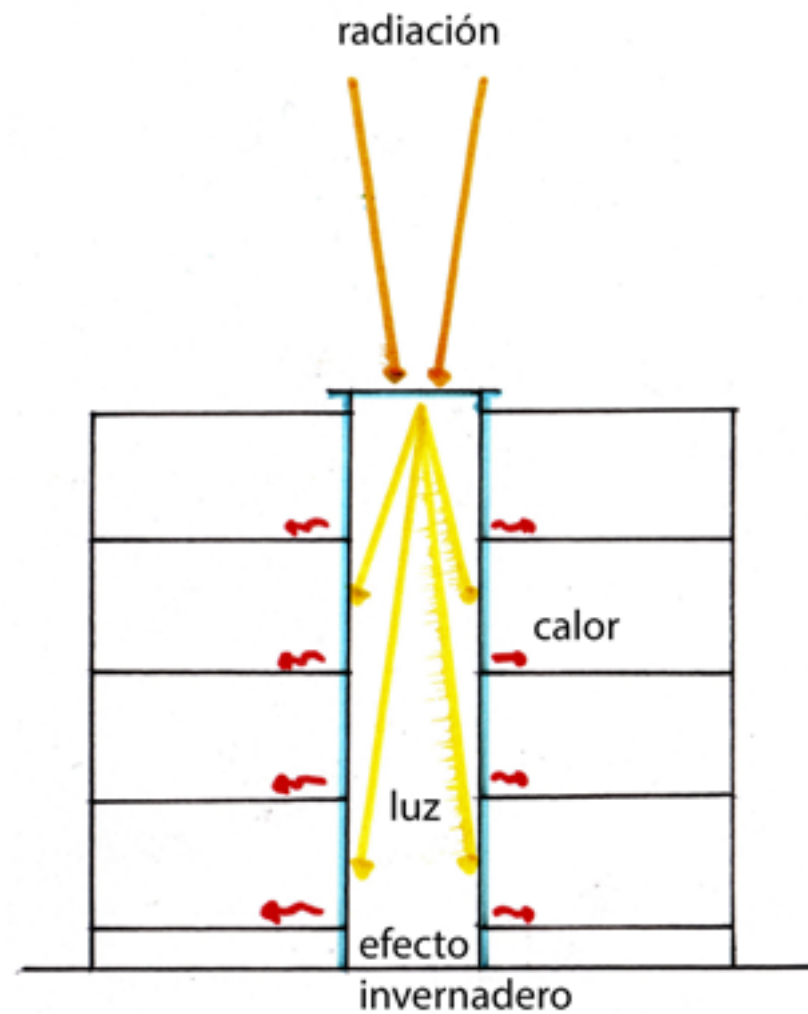


- Ductos por donde circulara el agua caliente, aquí se calentara el aire para luego ingresar a los departamentos, esta agua será calentada por sistemas solares térmicos.





- Se incorporaran ductos de iluminación para distribuir luz en el interior del edificio en los lugares del centro donde será más difícil que esta llegue. Además sirven para que el aire se caliente en este lugar por efecto invernadero.



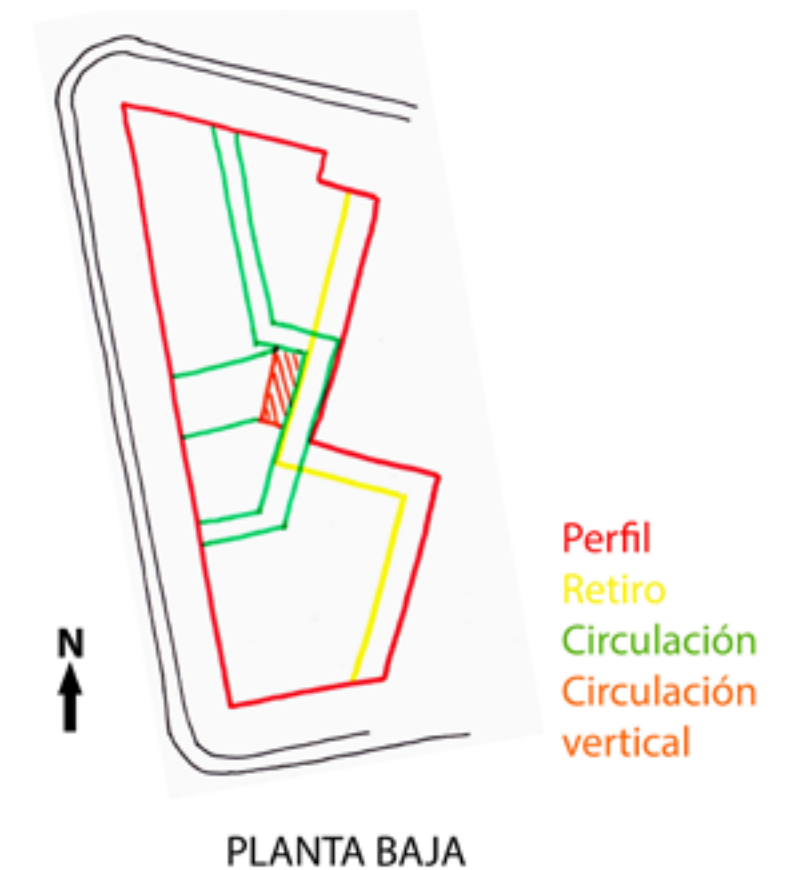
## 3.5 Partido de diseño

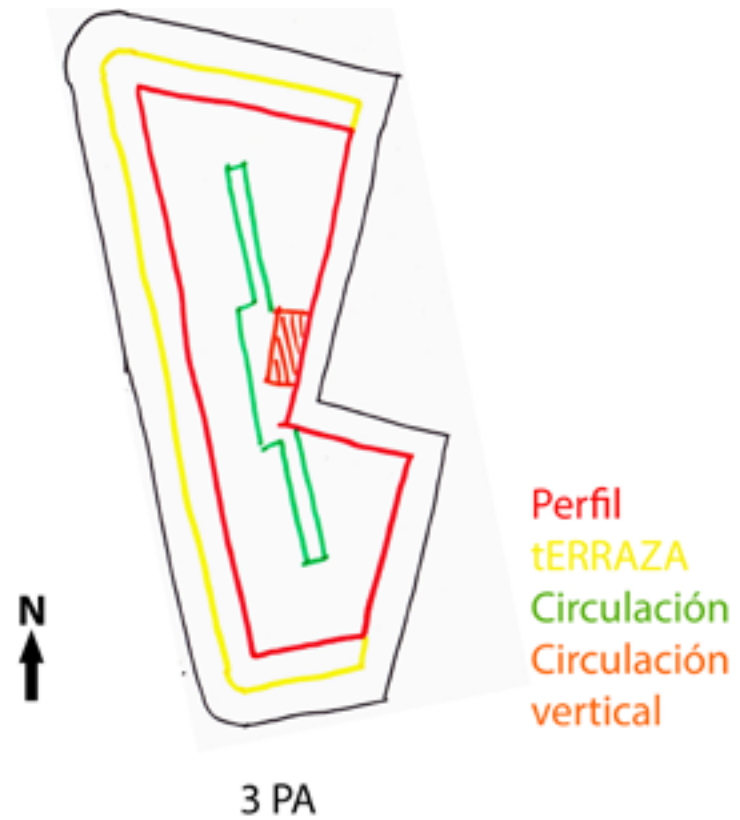
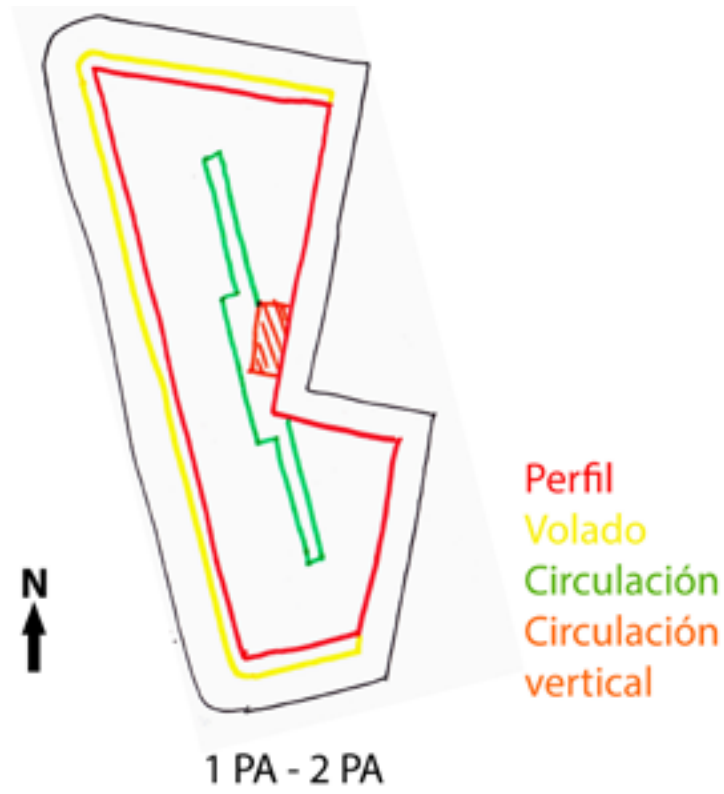
### 3.5.1 Funcional

Organigrama:

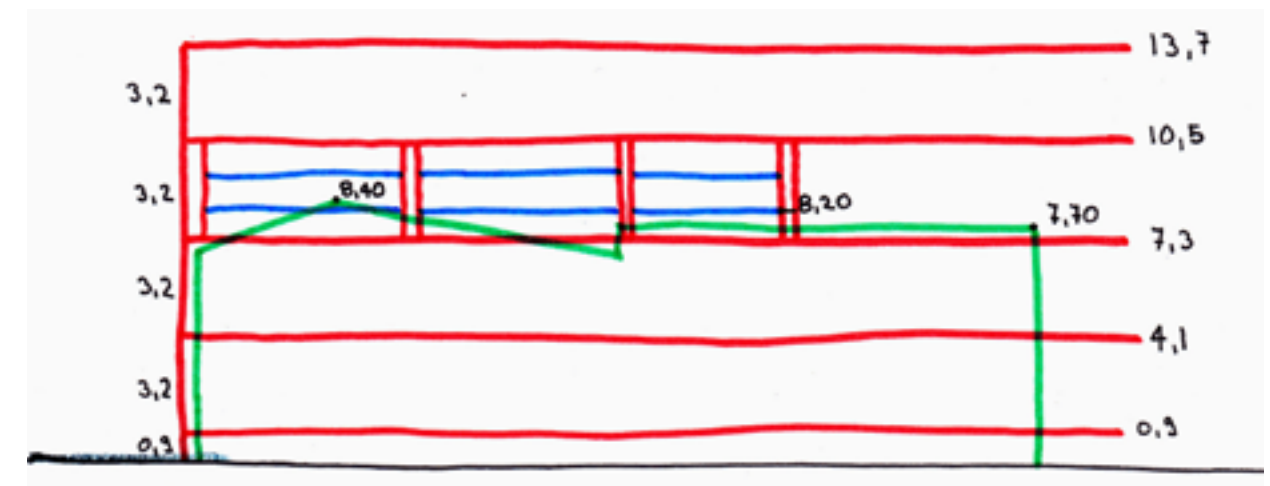
Organigrama básico para la disposición de las circulaciones y departamentos dentro del espacio del proyecto.

- Los materiales utilizados en la fachada es ladrillo artesanal y piedra pizarra, para los pisos del interior se utilizaran porcelanatos que al ser de tierra presentan una alta inercia térmica además de reflejar la luz y radiación, todos estos materiales son de la zona por lo tanto se requiere menos energía para su transporte.

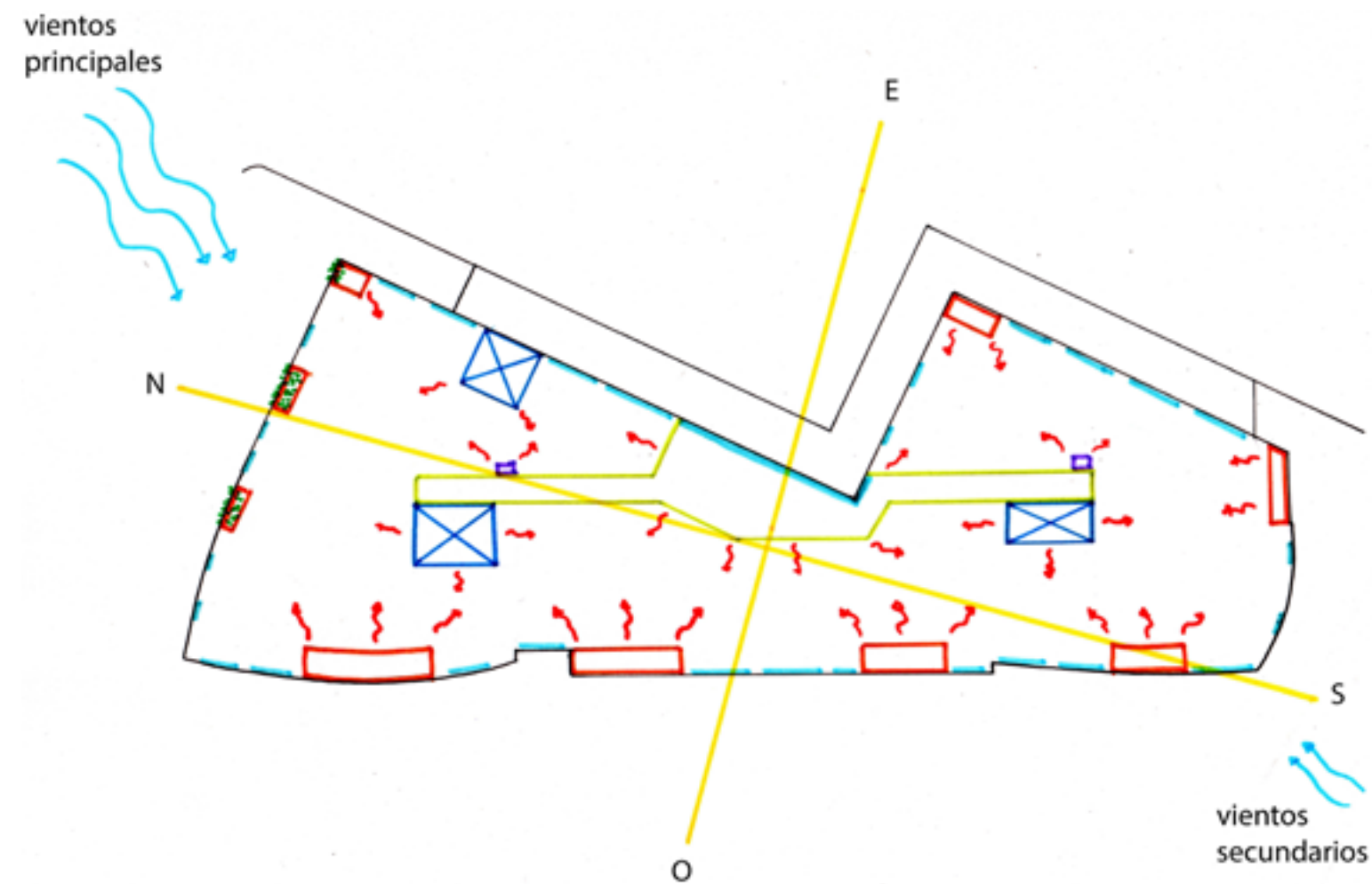




Análisis de las alturas de la edificación situada hacia el NE de la edificación en relación a la nueva que se propondrá.





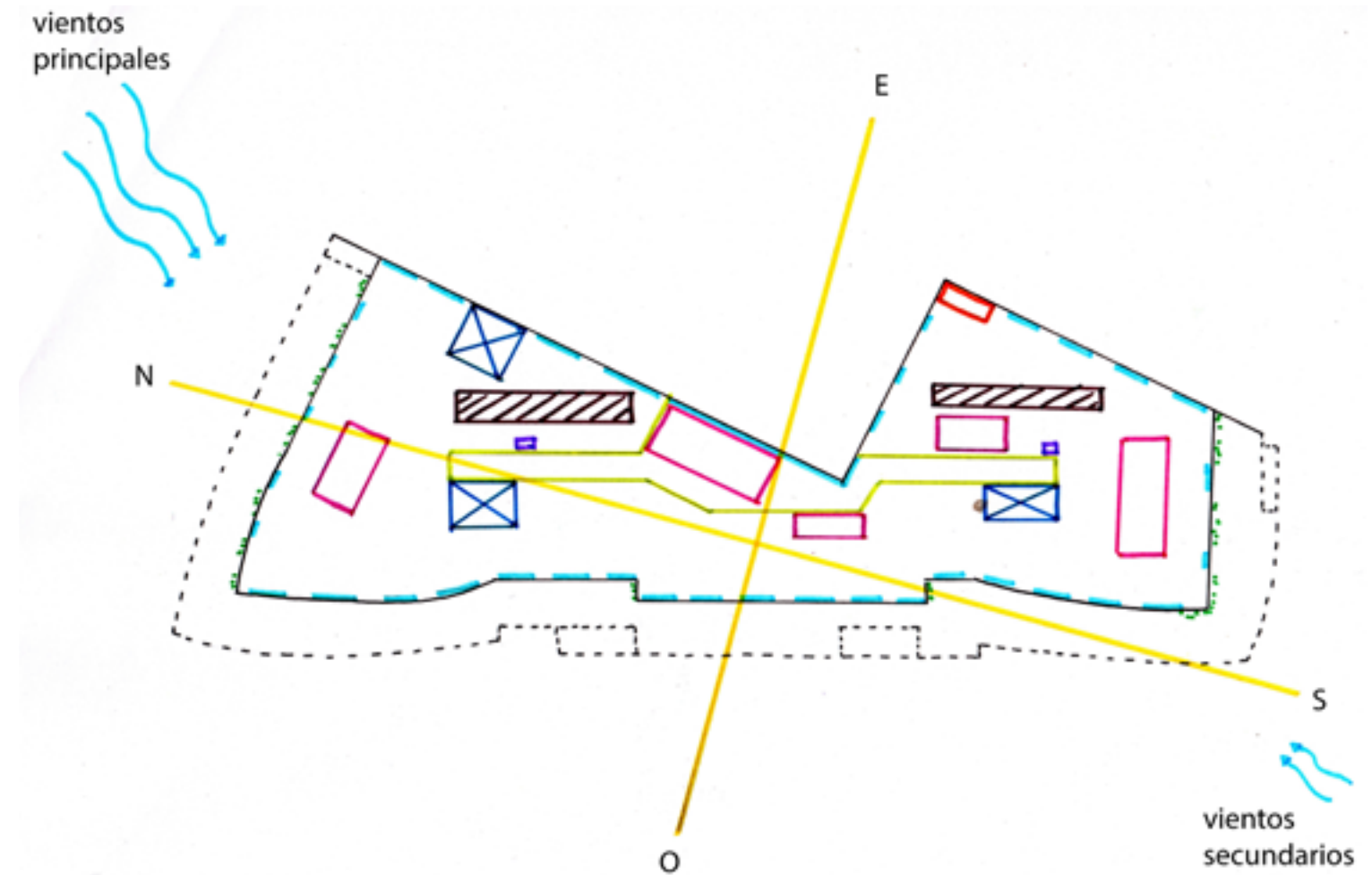


### 3.5.2 Tecnológico (sostenibilidad)

El primero bocetos representan a la primera y segunda planta alta, el segundo a la tercera planta alta y planta de cubierta. Las fachadas y forma de las plantas nacen del sol y viento para aplicar de una manera adecuada los procesos de diseño solar pasivo. En los bocetos de las plantas se diferencian por colores los distintos criterios utilizados.

Hacia la fachada este y oeste se disponen de grandes ventanales (celestes) que ocupan la mayoría de estas fachadas, esto sirve para que ingrese la radiación solar, además existen atrios (tomate) donde se calentara el aire por el efecto invernadero para luego ser introducido hacia los departamentos.

La circulación vertical, grada y ascensores, (verde claro) se ubicaron hacia la parte de atrás, fachada este, aquí las ventanas serán de losa a losa permitiendo que entre la mayor radiación posible, esta nos sirve de iluminación y a su vez calentara el área de los pasillos por efecto invernadero para luego ingresar a los departamentos. Igual existen dos ductos de agua caliente (morados) donde el aire al interior de estos se calentara por las tuberías calientes dentro del ducto para luego pasar a los departamentos y pasillos. Todo este aire caliente (rojo) será enviado hacia desde el interior del edificio hacia los departamentos. En la fachada norte y sur las ventanas se redujeron para protegerse de los



vientos y a su vez permitir una adecuada iluminación, la fachada norte al ser donde chocan los vientos principales esta protegida por vegetación (verde oscuro) para que el viento no enfriara los ambientes. Las esquinas hacia la fachada principal del edificio tienen una curvatura para proteger de los vientos y a su vez dar estética al proyecto.

Se dispone de 3 ductos de iluminación (azul), los dos se ubican al final de los pasillos a cada lado del edificio donde este es más ancho, así permite ingreso de luz hacia el interior de los departamentos aparte de la luz que entra desde las fachadas, estos ductos igual acumulan el aire caliente procedente del efecto invernadero. El tercer

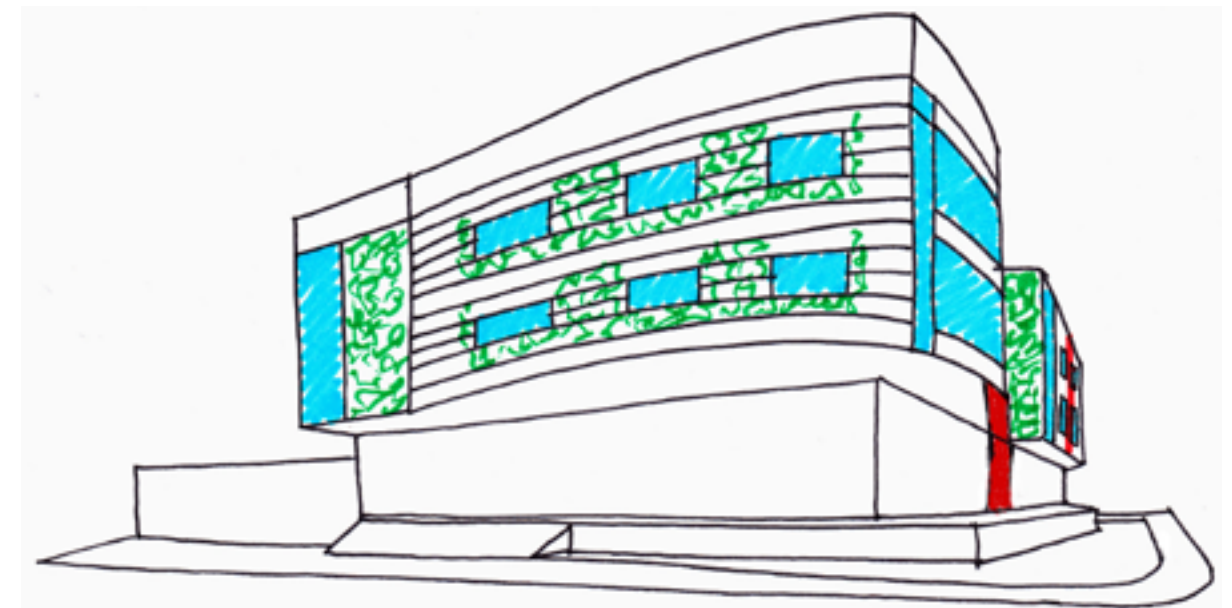
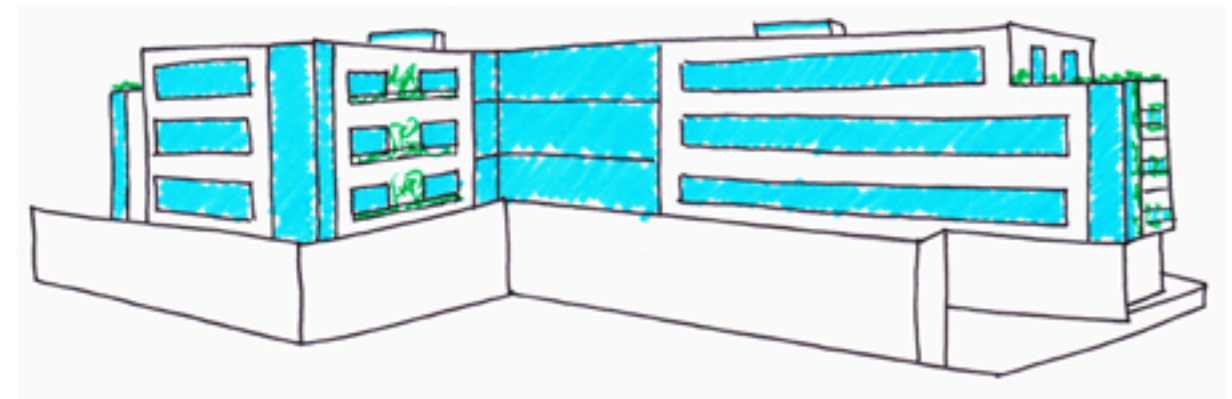
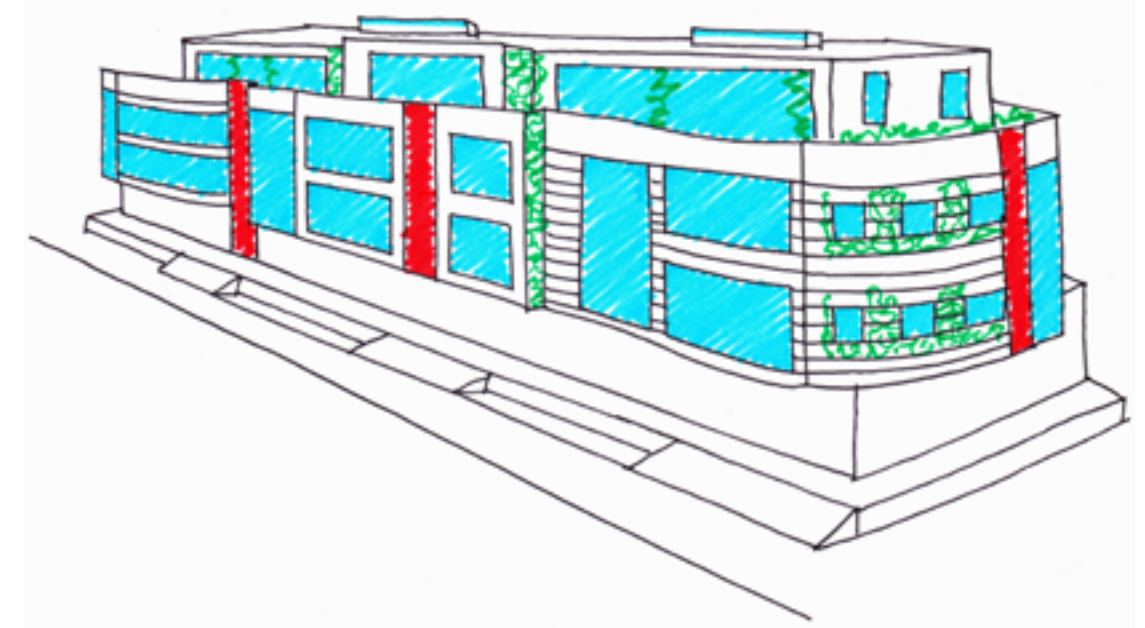
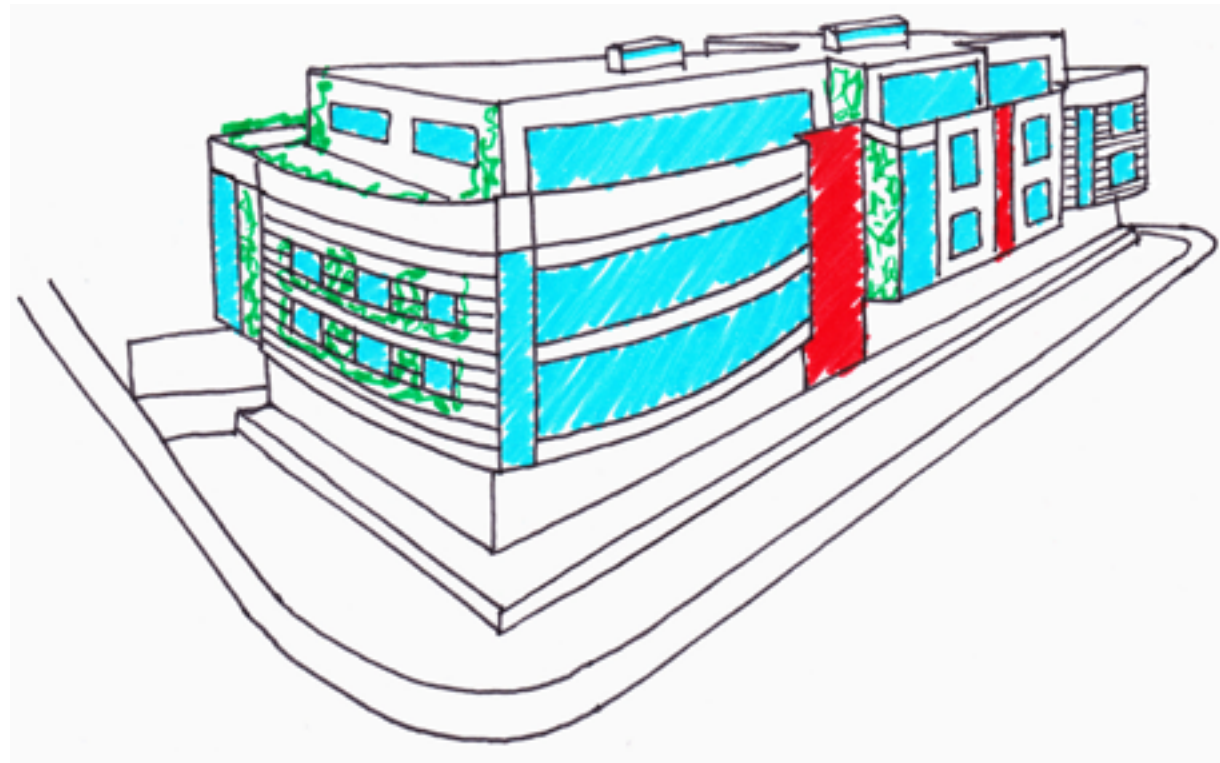
ducto se encuentra hacia la fachada Este donde existe una construcción de 3 pisos adosada al terreno del edificio, así los departamentos emplazados en esta zona adquieren una mayor iluminación.

El segundo boceto es la cuarta planta y las cubiertas, se siguen los parámetros de la anterior planta en criterios sostenibles y forma, se protegen las terrazas hacia el norte y sur con vegetación (verde oscuro). En distintas partes de los departamentos y en la parte de la circulación se colocan claraboyas de vidrio (rosado) para dar iluminación y que se acumule calor. También en la cubierta se utilizara sistemas solares térmicos (café) para calentar el agua.

### 3.5.3 Expresivo

Bocetos e ideas aplicas de los croquis y la tecnología al proyecto que formaran la geometría y morfología de la edificación.

Ubicación de grandes ventanales hacia el este y oeste, hacia el norte y el sur ventanas pequeñas y vegetación que proteja de los vientos, igual hacia estas fachadas formas curvas para que los vientos no enfríen la edificación al ser formas más aerodinámicas, colocación de panles reflectarios (rojos) que ayudaran a una mejor iluminación del edificio.





## 3.6 Programación

Cuadro de áreas:

PROGRAMACION					
FUNCIONAL					
# Piso	Actividad	Espacio	Descripción	Área del espacio m²	Área de la actividad m²
- 1 Subsuelo	Parqueaderos	P 01	A	18,49	754,77
		P 02	A	18,71	
		P 03	B	16,83	
		P 04	B	17,18	
		P 05	C	16,54	
		P 06	C	17,14	
		P 07	D	17,86	
		P 08	D	18,75	
		P 09		15,24	
		P 10		16,34	
		P 11	F	23,72	
		P 12	G	13,25	
		P 13		13,25	
		P 14		14,5	
		P 15		14,5	
		P 16		13,25	
		P 17		14,26	
		P 18		14,26	
		P 19		13,25	
		P 20		14,58	
		P 21		14,58	
		P 22		13,25	
		P 23		14,58	
		P 24		14,58	
		P 25		13,25	
		P 26		14,58	
		P 27		14,58	
		P 28		13,25	
		P 29		14,26	
		P 30		14,26	
		P 31		13,91	
		P 32		13,91	
		P 33	H	14,73	
		P 34	I	12,3	

		P 35	J	12,8	
		P 36	K	12,9	
		P 37	L	12,9	
		P 38		14,49	
		P 39		13,13	
		P 40	M	13,75	
		P 41	N	15,15	
		P 42		16,11	
		P 43		13,14	
		P 44		16,67	
		P 45		13,14	
		P 46		14,39	
		P 47	E	14,39	
		P 48	E	14,1	
		P 49	O	14,79	
		P 50	P	12,5	
		P 51	Q	12,5	
	Bodegas	B 01		3,5	
		B 02		3,81	
		B 03	F	4,3	
		B 04		4,71	
		B 05		4,45	
		B 06		3,85	
		B 07	G	3,85	
		B 08	H	8,42	
		B 09		4,3	
		B 10		4,21	
		B 11		4,1	
		B 12	I	6,9	
		B 13	J	8,6	
		B 14	N	7,96	
		B 15	K	6,09	
		B 16	L	7,43	
		B 17	M	2,75	

3 Programa arquitectónico y diseño del anteproyecto  
Francisco Coellar Heredia

Francisco Coellar Heredia

		B 18		4	
		B 19		3,35	
		B 20	E	4,76	
		B 21	O	4,8	
		B 22		3,82	
		B 23		3,61	
		B 24		6,43	
		B 25	P	3,91	
		B 26	Q	4,46	
		B 27		4,05	
	Circulación	Circulación vehicular		573,97	721,31
		Circulación Peatonal	Con circulación vertical y ductos	71,14	
		Rampa de acceso		76,2	
TOTAL					1476,08
1 PLANTA SALA	Comercio	Local Comercial 101	Con medio baño	106,87	984,24
		Oficina 102	Con medio baño	44,17	
		Local Comercial 103	Con medio baño	144,67	
		Oficina 104	Con medio baño	73,58	
		Local Comercial 105	Con medio baño	82,18	
		Local Comercial 106	Con medio baño	106,79	
		Local Comercial 107	Con medio baño	109,78	
		Oficina 108	Con medio baño	105,93	
		Oficina 109	Con medio baño	72,34	
		Circulación	Con circulación vertical y ductos	132,33	
	Bodega		5,6		
	Residencial	Lobby	Con circulación vertical	57,5	57,5
TOTAL					1041,74
2 SEGUNDO PISO	Residencial	Sala comunal	2 baños	50,98	1032,82
		Departamento 201	3 dormitorios. 2,5 baños.	112,77	
		Departamento 202	3 dormitorios. 2,5 baños.	135,6	
		Departamento 203	3 dormitorios. 2 baños.	130,97	
		Departamento 204	3 dormitorios. 2 baños.	127,21	
		Departamento 205	2 dormitorios. 2 baños.	109,69	
		Departamento 206	2 dormitorios. 2 baños.	97,59	
		Departamento 207	3 dormitorios. 2,5 baños.	108,1	
		Departamento 208	2 dormitorios. 2 baños.	71,18	
		Circulación	Con circulación vertical y ductos	88,73	
	TOTAL				
3	Residencial	Departamento 301	1 dormitorios. 1 baños.	50,98	1032,82
		Departamento 302	3 dormitorios. 2,5 baños.	112,77	

		Departamento 303	3 dormitorios. 2,5 baños.	135,6	
		Departamento 304	3 dormitorios. 2 baños.	130,97	
		Departamento 305	3 dormitorios. 2 baños.	127,21	
		Departamento 306	2 dormitorios. 2 baños.	109,69	
		Departamento 307	2 dormitorios. 2 baños.	97,59	
		Departamento 308	3 dormitorios. 2,5 baños.	108,1	
		Departamento 309	2 dormitorios. 2 baños.	71,18	
		Circulación	Con circulación vertical y ductos	88,73	
		TOTAL			1032,82
4 CUARTO PISO	Residencial	Departamento 401	3 dormitorios. 2 baños.	115,24	1028,88
			Terraza	18,1	
			total	133,34	
		Departamento 402	3 dormitorios. 2,5 baños.	124,92	
			Terraza	92,07	
			total	216,99	
		Departamento 403	3 dormitorios. 2 baños.	116,13	
			Terraza	59,85	
			total	175,98	
		Departamento 404	2 dormitorios. 2 baños.	94,76	
			Terraza	51,85	
			total	146,61	
		Departamento 405	3 dormitorios. 2 baños.	126,82	
			Terraza	74,4	
			total	201,22	
		Departamento 406	2 dormitorios. 2 baños.	74,36	
Circulación	Con circulación vertical y ductos	80,38			
		TOTAL			1028,88
CUARTAS PLANTAS DE	Varios	Cubierta plana	Paneles solares, generadores eólicos, chimeneas solares, claraboyas de iluminación y calefacción.	732,45	732,45
	TOTAL				732,45
	TOTAL			6344,79	



## 3.7 Propuesta de diseño arquitectónico

### 3.7.1 Planos arquitectónicos

- Subsuelo
- Planta Baja
- Segundo Piso
- Tercer Piso
- Cuarto Piso
- Planta de Cubiertas
- Elevación frontal y posterior.
- Elevación lateral izquierda y derecha.

Piso	Espacio	Área m2	Parqueaderos		Bodegas		Área Total m2
			#	Área m2	#	Área m2	
1 PLANTA BAJA	Local Comercial 101	106,87	P44, P45	29,81			136,68
	Oficina 102	44,17	P 43	13,14			57,31
	Local Comercial 103	144,67	P18, P19, P20	42,09			186,76
	Oficina 104	73,58	P 42	16,11			89,69
	Local Comercial 105	82,18	P21, P22	27,83			110,01
	Local Comercial 106	106,79	P25, P26	27,83			134,62
	Local Comercial 107	109,78	P28, P29	27,51			137,29
	Oficina 108	105,93	P30, P31	28,17			134,1
	Oficina 109	72,34	P 27	14,58			86,92
2 SEGUNDO PISO	Departamento 201	112,77	P 36	12,9	B 15	6,09	131,76
	Departamento 202	135,6	P38, P39	27,62	B 18	4	167,22
	Departamento 203	130,97	P32, P33	28,64	B 08	8,42	168,03
	Departamento 204	127,21	P37, P38	27,39	B 16	7,43	162,03
	Departamento 205	109,69	P 35	12,8	B 13	8,6	131,09
	Departamento 206	97,59	P 51	12,5	B 26	4,46	114,55
	Departamento 207	108,1	P 49	14,79	B 21	4,8	127,69
	Departamento 208	71,18	P 50	12,5	B 25	3,91	87,59
3 TERCER PISO	Departamento 301	50,98	P 12	13,25	B 07	3,85	68,08
	Departamento 302	112,77	P 17	14,26	B 10	4,21	131,24
	Departamento 303	135,6	P10, P11	40,06	B 03	4,3	179,96
	Departamento 304	130,97	P13, P14	27,75	B 09	4,3	163,02
	Departamento 305	127,21	P15, P16	27,75	B 11	4,1	159,06
	Departamento 306	109,69	P 41	15,15	B 14	7,96	132,8
	Departamento 307	97,59	P 46	14,39	B 19	3,35	115,33
	Departamento 308	108,1	P 40	13,75	B 17	2,75	124,6
	Departamento 309	71,18	P 34	12,3	B 12	6,9	90,38
4 CUARTO PISO	Departamento 401	133,34	P47, P48	28,49	B20	4,76	166,59
	Departamento 402	216,99	P01, P02	37,2	B 04	4,71	258,9
	Departamento 403	175,98	P03, P04	34,01	B 06	3,85	213,84
	Departamento 404	146,61	P05, P06	33,68	B 02	3,81	184,1
	Departamento 405	201,22	P07, P08	36,61	B 05	4,45	242,28
	Departamento 406	74,36	P09	15,24	B 01	3,5	93,1
PARQUEADEROS LIBRES			P 23	14,58			14,58
			P 24	14,58			14,58
BODEGAS LIBRES					B 22	3,82	3,82
					B 23	3,61	3,61
LIBRES					B 24	6,43	6,43
					B 27	4,05	4,05













### 3.7.2 Detalles constructivos.

- Cortes C01, C02.
- Cortes C03, C04, C05.
- Sección constructiva SC01, SC02, SC03. SC04.





Cortes 3D.



C3D-01



C3D-02





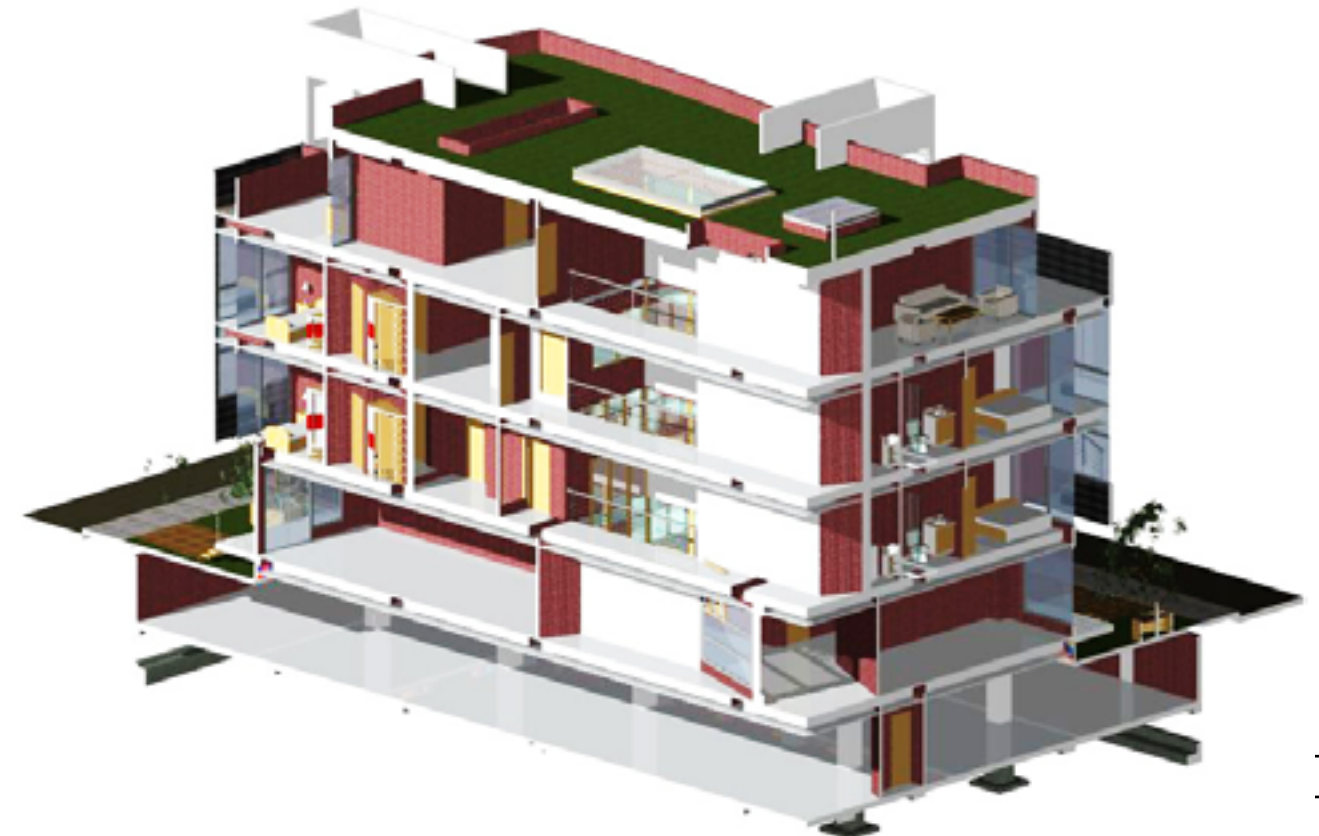
C3D-03



C3D-04



C3D-05



C3D-06





C3D-07



C3D-08

### 3.7.3 Perspectivas

Renders:



R01





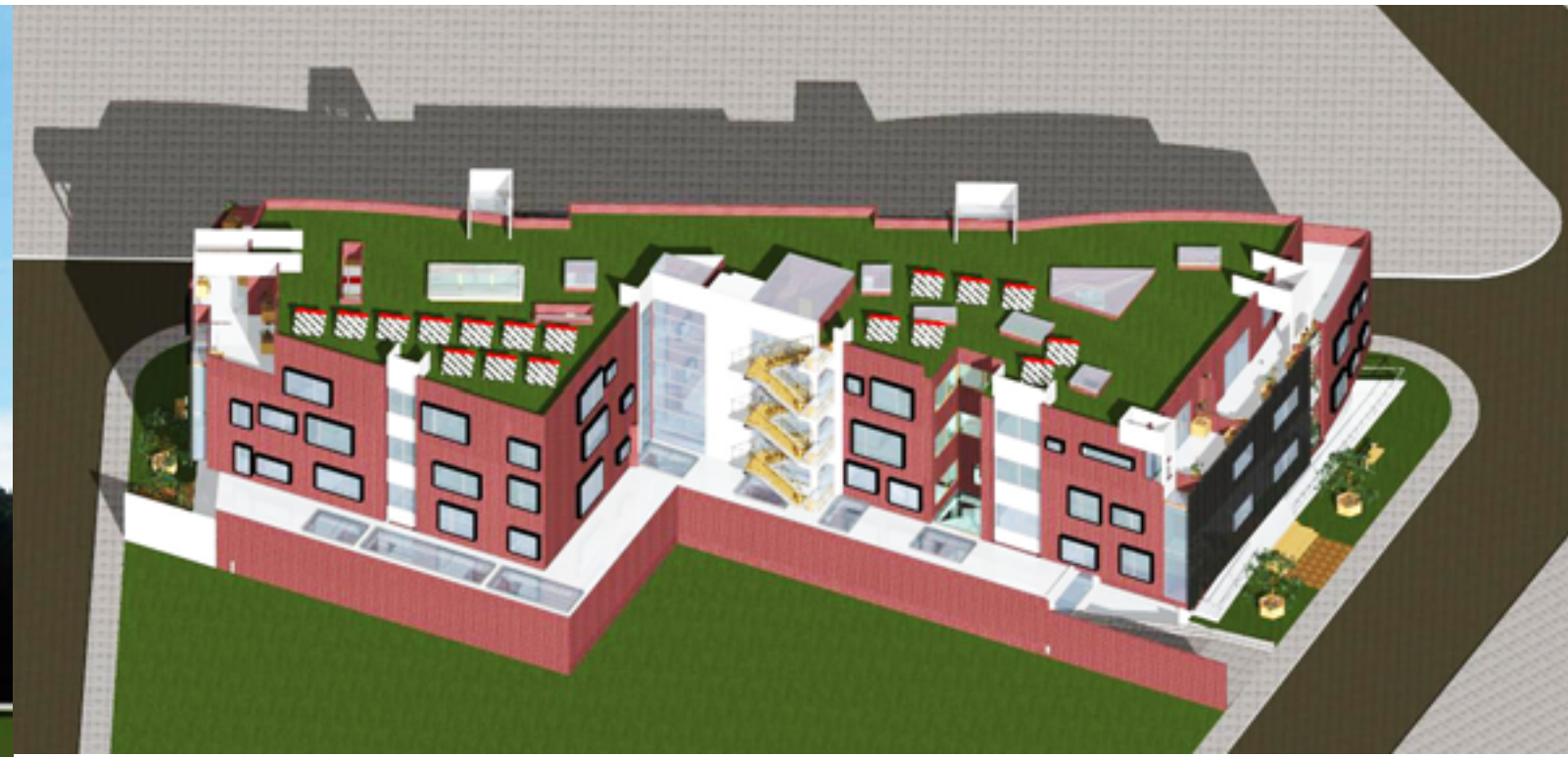
R02



R03



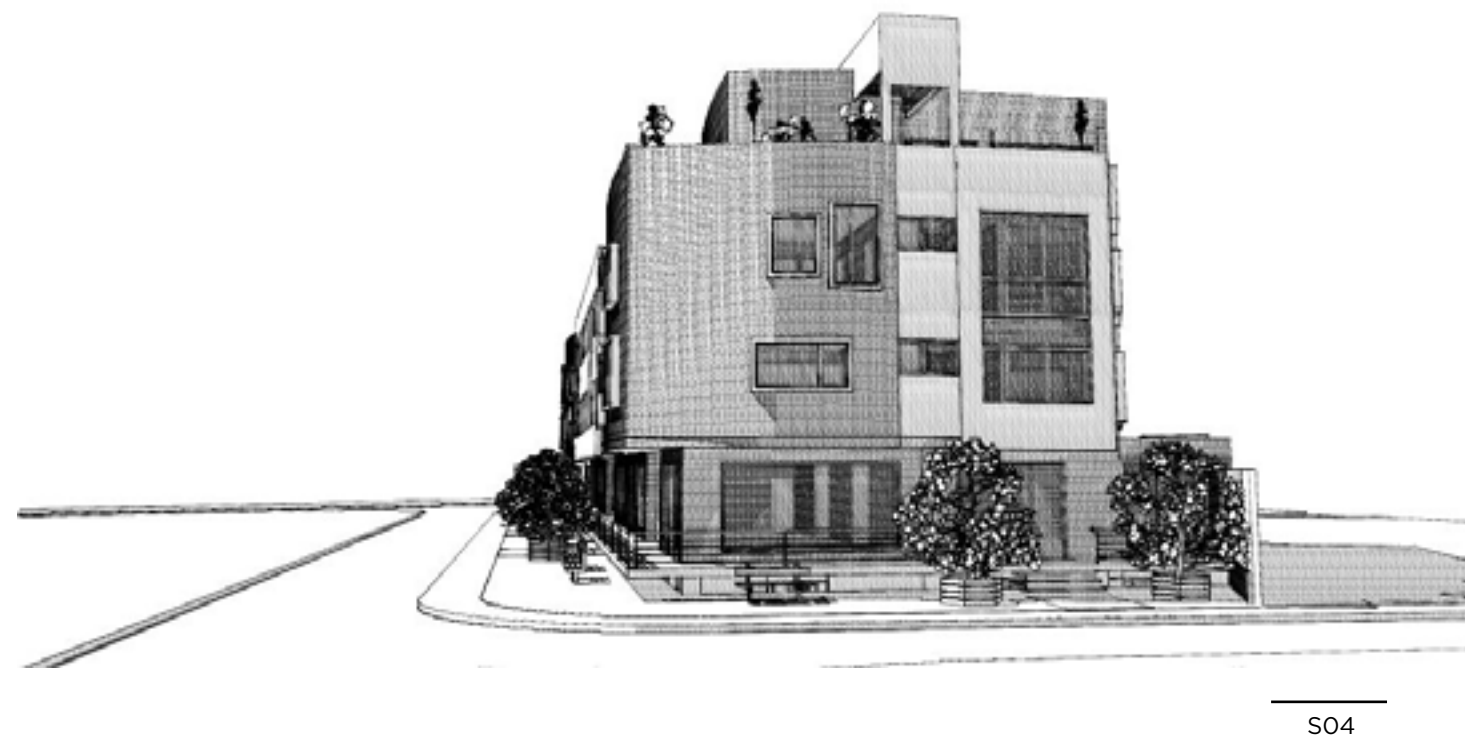
R05



R06



Sketch:

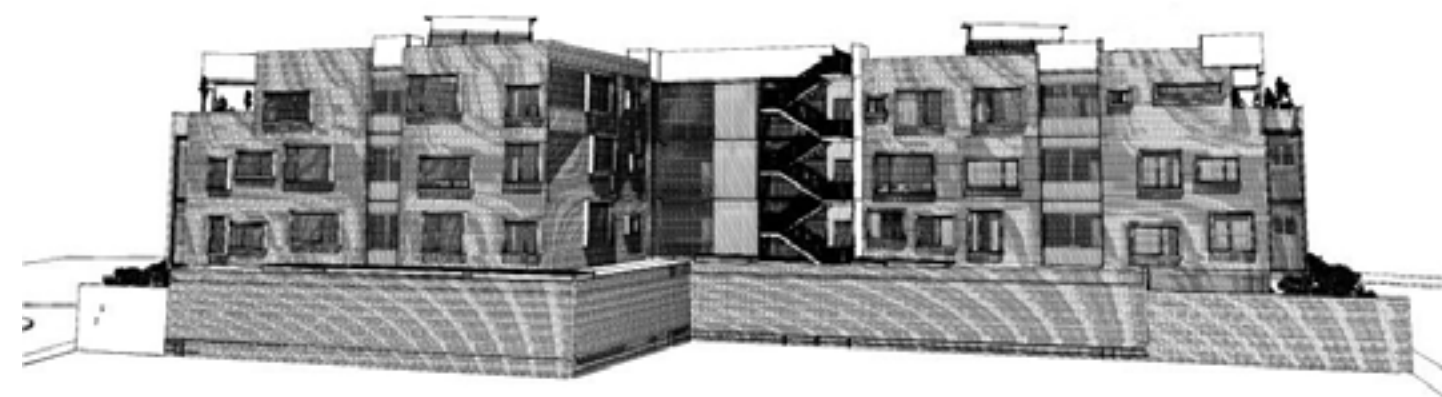




S05



S06



S07

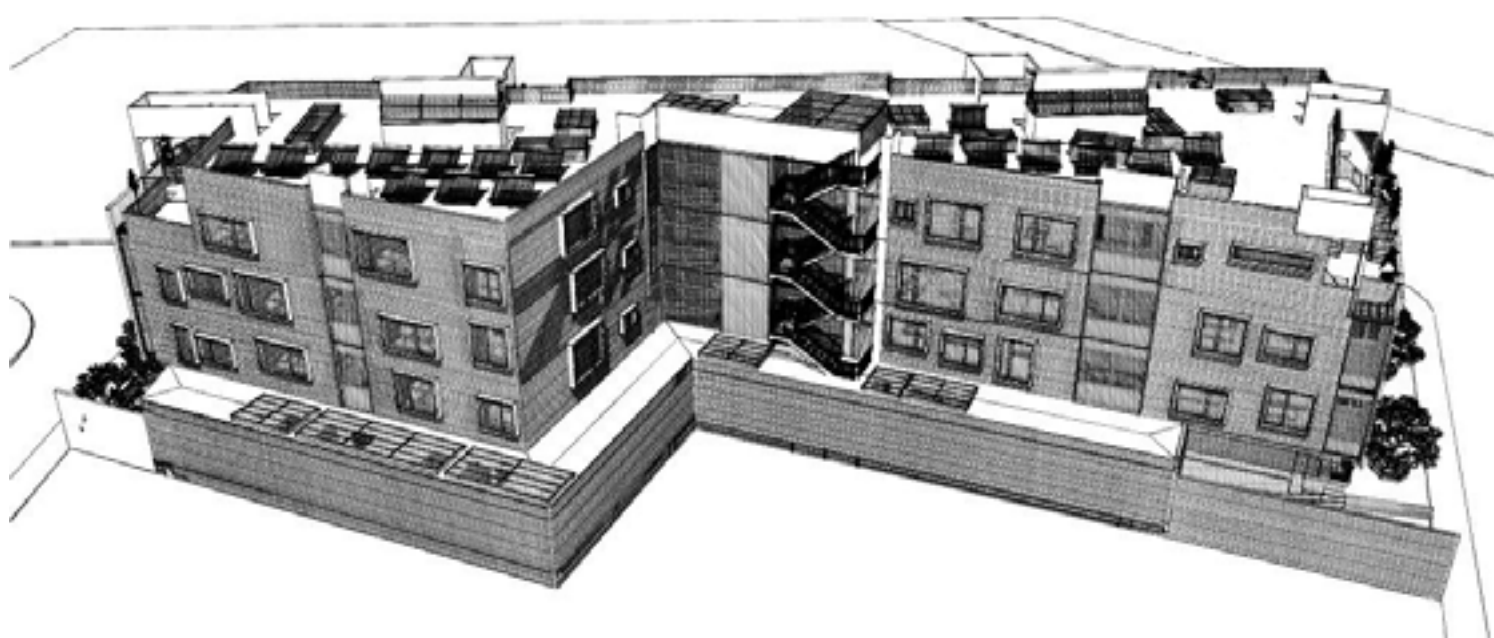


S08

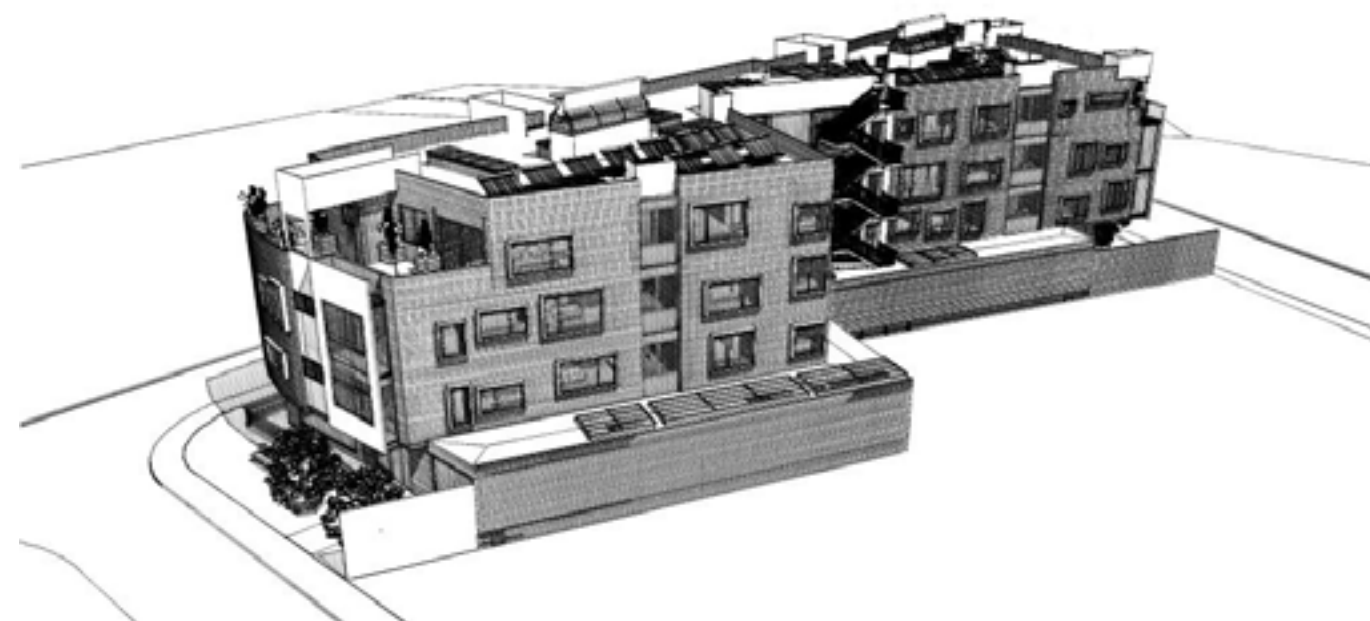




S09



S10



S11



S12





S13



B02

Bocetos:



B01



B03



### 3.7.4 Axonometrías



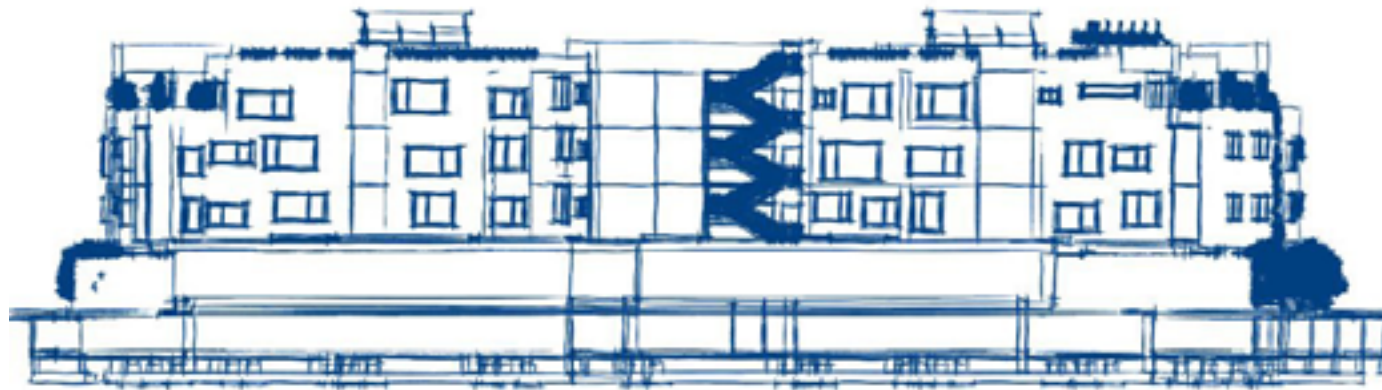
B04



P01



B05



P02



P04



P03



P05





P06



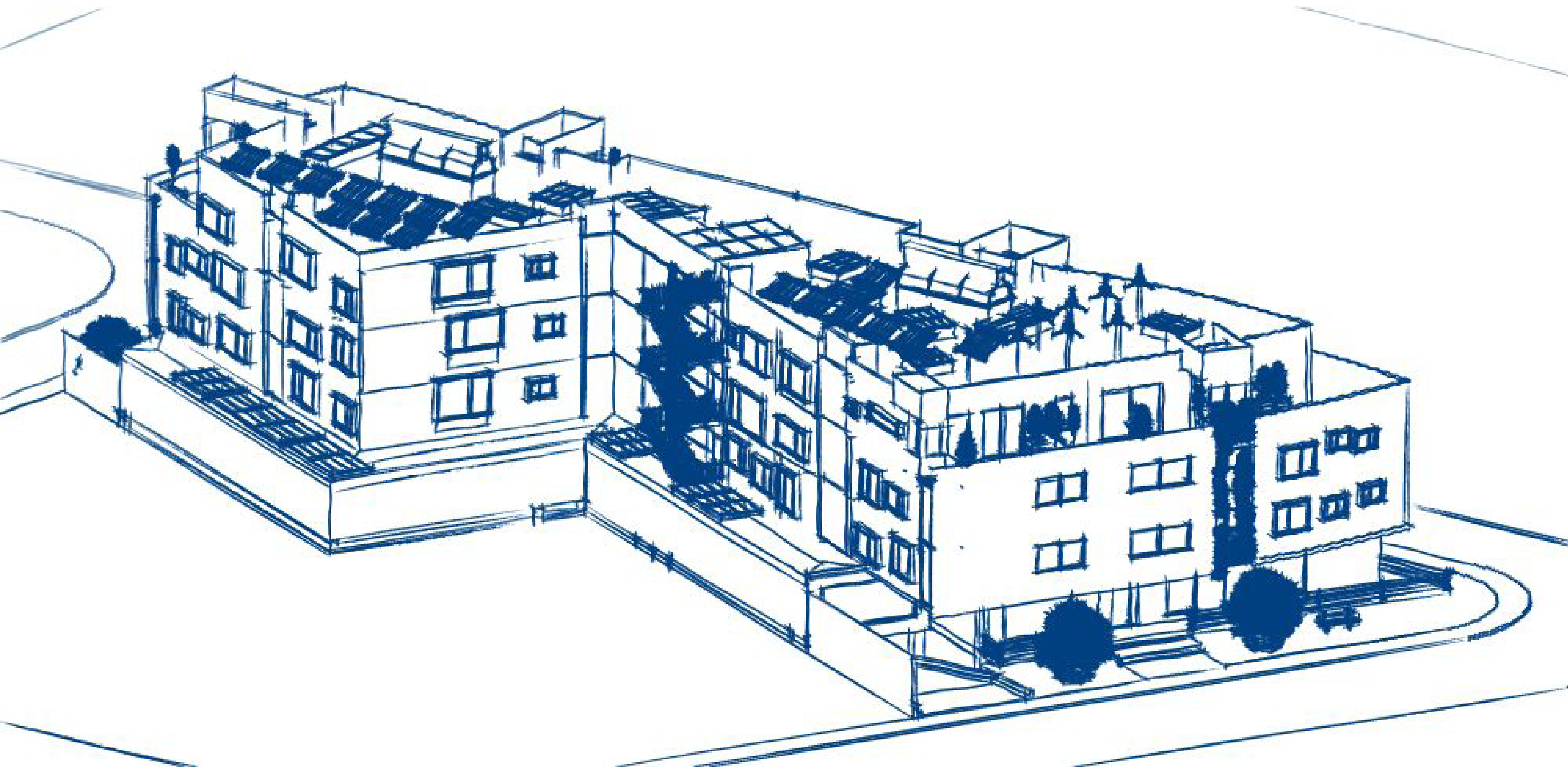
P08



P07



P09







## Análisis del anteproyecto

### CONTENIDOS:

- 4.1 Diseño sostenible
- 4.2 Usos de energías en la edificación.
  - 4.2.1 Agua
  - 4.2.2 Sistema solar térmico para el agua
  - 4.2.3 Electricidad e iluminación.
  - 4.2.4 Calefacción
- 4.3 Análisis de la eficiencia energética del anteproyecto
- 4.4 Resultados

### OBJETIVOS:

- Analizar la eficiencia energética del anteproyecto a través de medios de computación



## 4.1 Diseño sostenible

El diseño sostenible del edificio se basa principalmente en el diseño solar pasivo, esto involucra su posicionamiento según la trayectoria solar, la disposición de los vanos en sus fachadas, la forma de captación de la iluminación, calor y energía, y también su forma y posicionamiento según los vientos existentes. Otro factor es el diseño solar activo que corresponde a las energías renovables, esto no es fundamental en la forma y disposición de la edificación en el terreno, nos ayuda a la captación y producción de energía. Para que el proyecto sea más eficiente se utilizan diferentes recursos como es la utilización de materiales, claraboyas, paneles reflectantes, ductos de iluminación y distintos conceptos.

El terreno posee buenas condiciones para realizar un proyecto sostenible debido a que su eje longitudinal se encuentra con 10° de variación hacia el eje N-S de los puntos cardinales, la fachada frontal y posterior van a recibir la radiación solar por estar ubicadas hacia el E y O, la fachada posterior hacia el E y la frontal hacia el O, en estas fachadas existen varias ventanas de grandes dimensiones para poder captar la mayor radiación. Existen varios balcones cerrados o atrios que van a actuar como invernaderos para calentar el aire, el aire caliente entrara a los distintos ambientes por medio de ductos. Hacia el E donde es mayor la incidencia solar se ubico la circulación vertical y parte de los corredores con grandes ventanales de losa a losa para que aquí se caliente el aire por efecto invernadero y pueda ser repartido a los distintos departamentos por ductos, el

cajón de gradas y el ducto abierto dispuesto en todos los pisos facilitan que el calor se disperse por todos ellos de una manera uniforme.

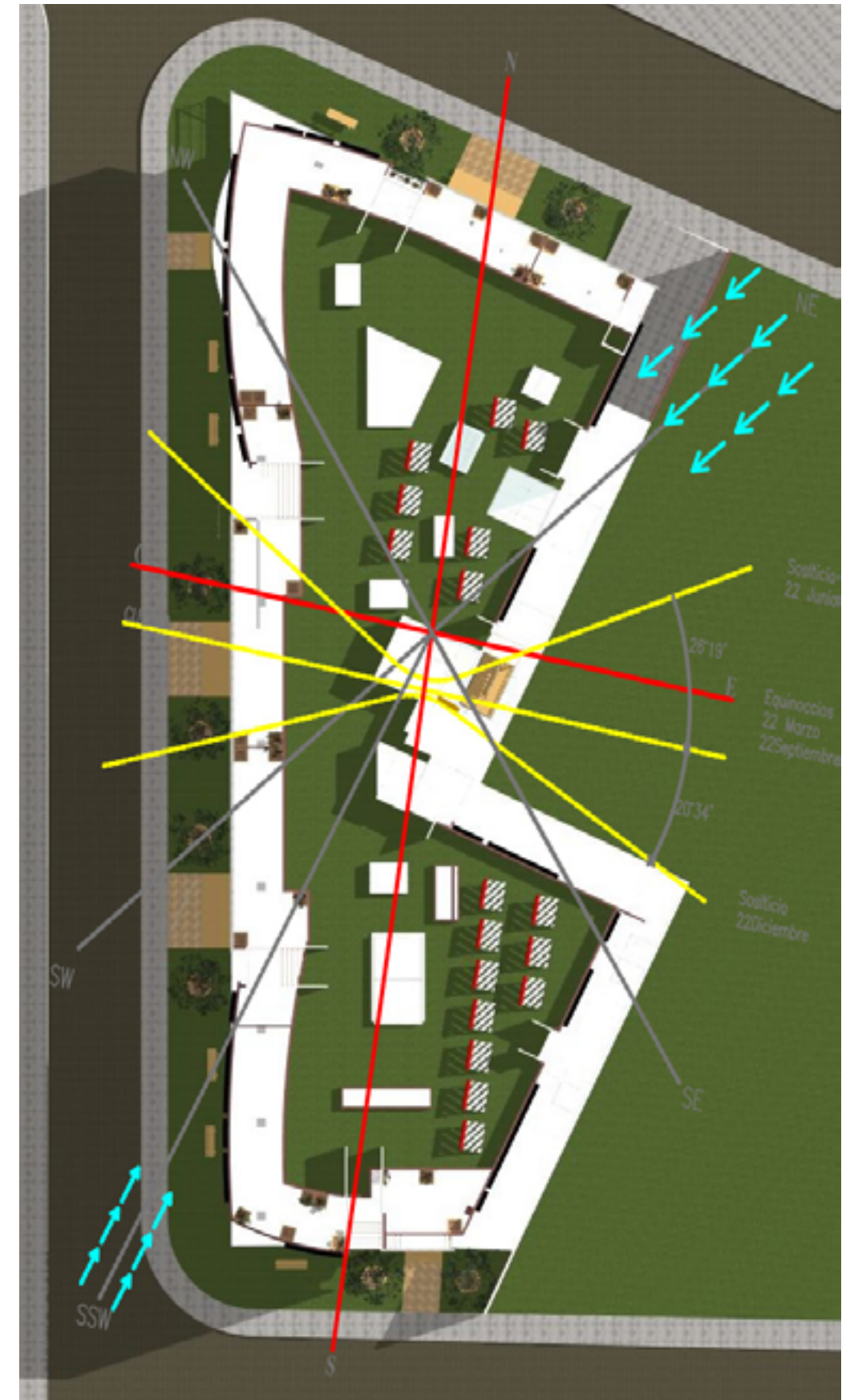
La fachada lateral izquierda se ubica hacia el N, la fachada lateral derecha esta ubicada hacia el S, en estas las ventanas son pocas y de menores dimensiones para que los ambiente internos no sean enfriados con los vientos, igual la forma del edificio en estas partes se vuelven curvas para que no presenten resistencias al viento, los vientos predominantes vienen del NE y existen brisas frías provenientes desde el SSO, parte de estas fachadas presentan vegetación para crear barreras para los vientos.

Se implemento 3 grandes ductos de iluminación hacia los centros del edificio, esto ayuda a las zonas oscuras a obtener una adecuada iluminación con la ayuda de paneles reflectantes, estos paneles igual se ubicaron en la fachada oeste donde las plantas tienen una mayor profundidad y necesitan de mayor penetración solar.

Las cubiertas son planas y reciben la radiación que poseemos al encontramos cerca de la línea Ecuatorial, en esta existen varias claraboyas para calentar los ambientes internos dispuestas según las necesidades y usos de estos, estas ayudan a la calefacción por efecto invernadero, se encuentran en la cubierta sobre el cuarto piso principalmente y sobre las gradas y ductos, igual existen en la losa de cubierta sobre la planta baja para calentar esta. Se implementara una cubierta vegetal

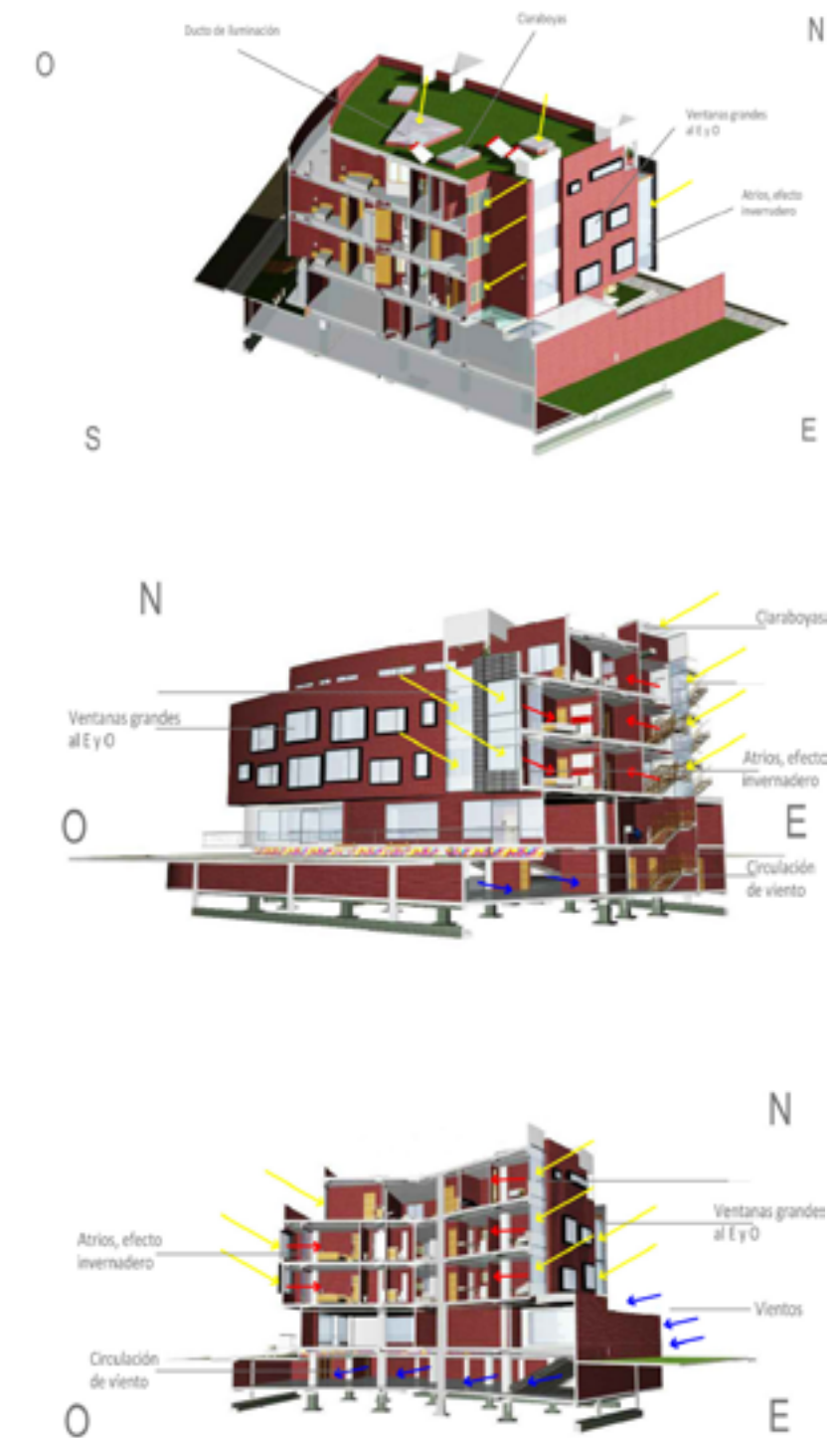
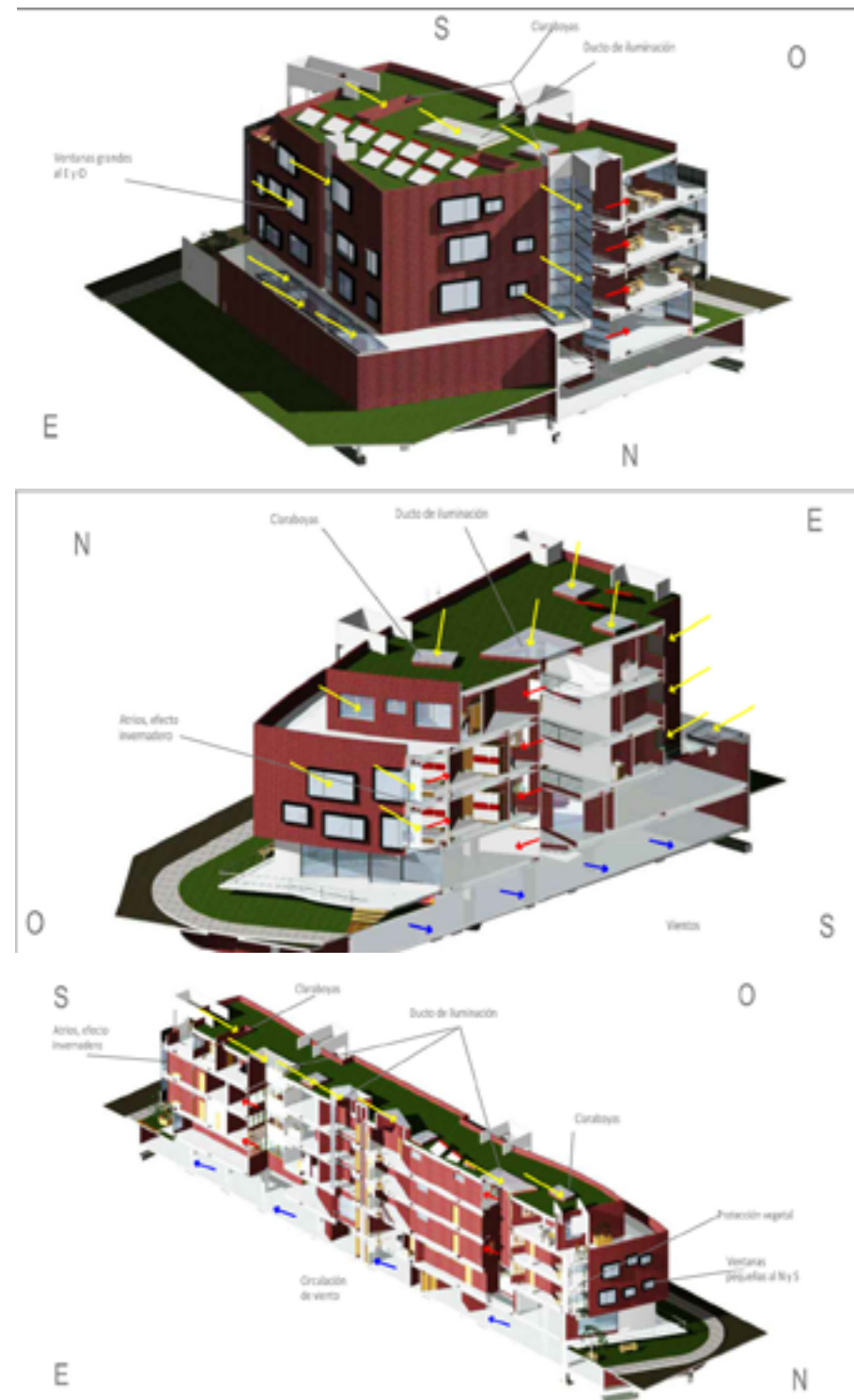
por su alta inercia térmica que trasmira calor hacia los departamentos ya que en el cuarto piso no existen atrios para que actúe el efecto invernadero, pero esto es ayudado con la disposición de las claraboyas, existen dos ductos en la edificación por donde pasan las tuberías de agua caliente para que estas ayuden a calentar el aire de su interior para pasar hacia los departamentos en los distintos pisos.

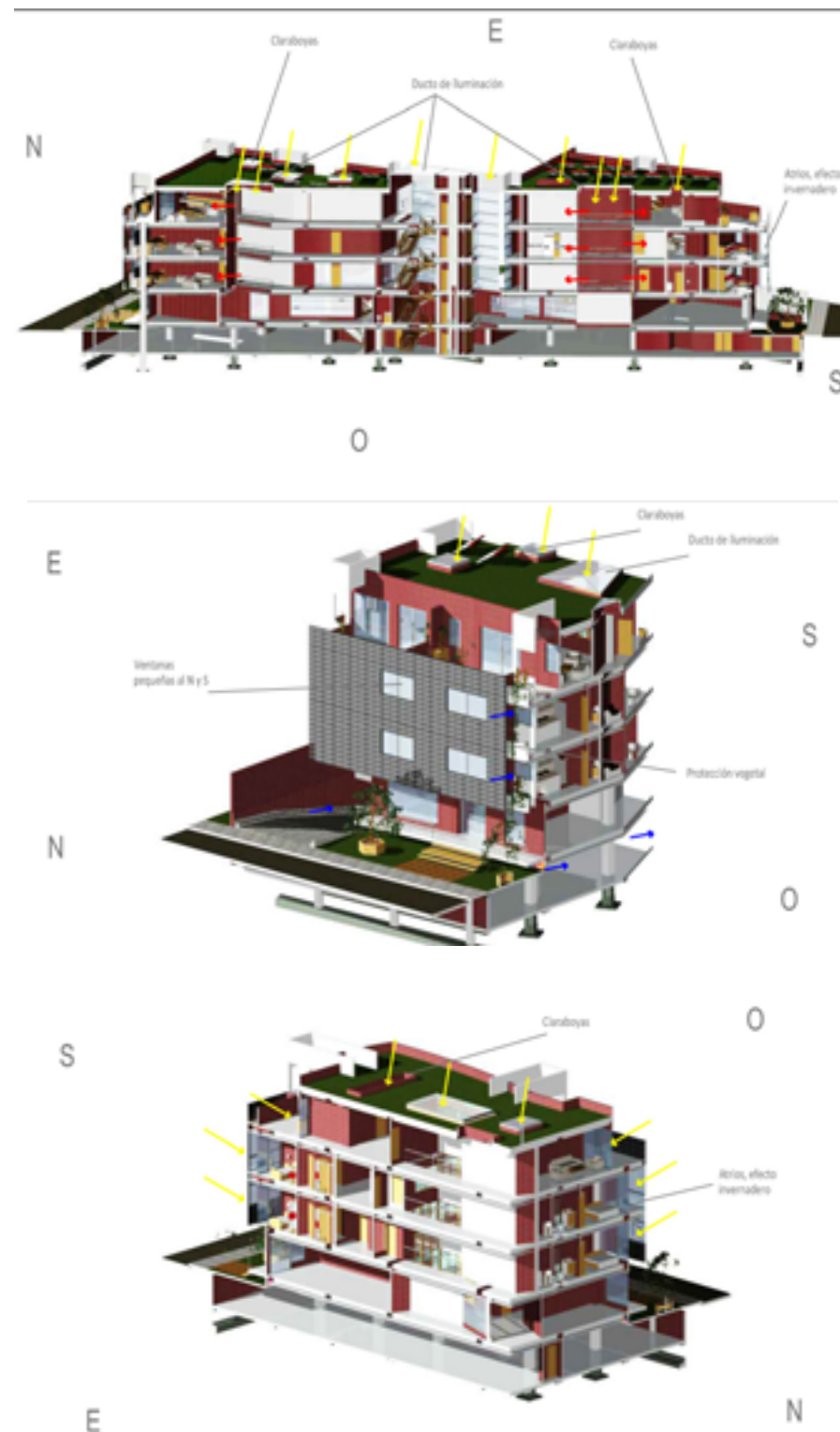
Para el diseño solar activo se ubicaron sistemas solares térmicos para calentar el agua, y generadores eólicos para producir energía eléctrica destinada para la iluminación de la zona residencial.





Fotos cortes:

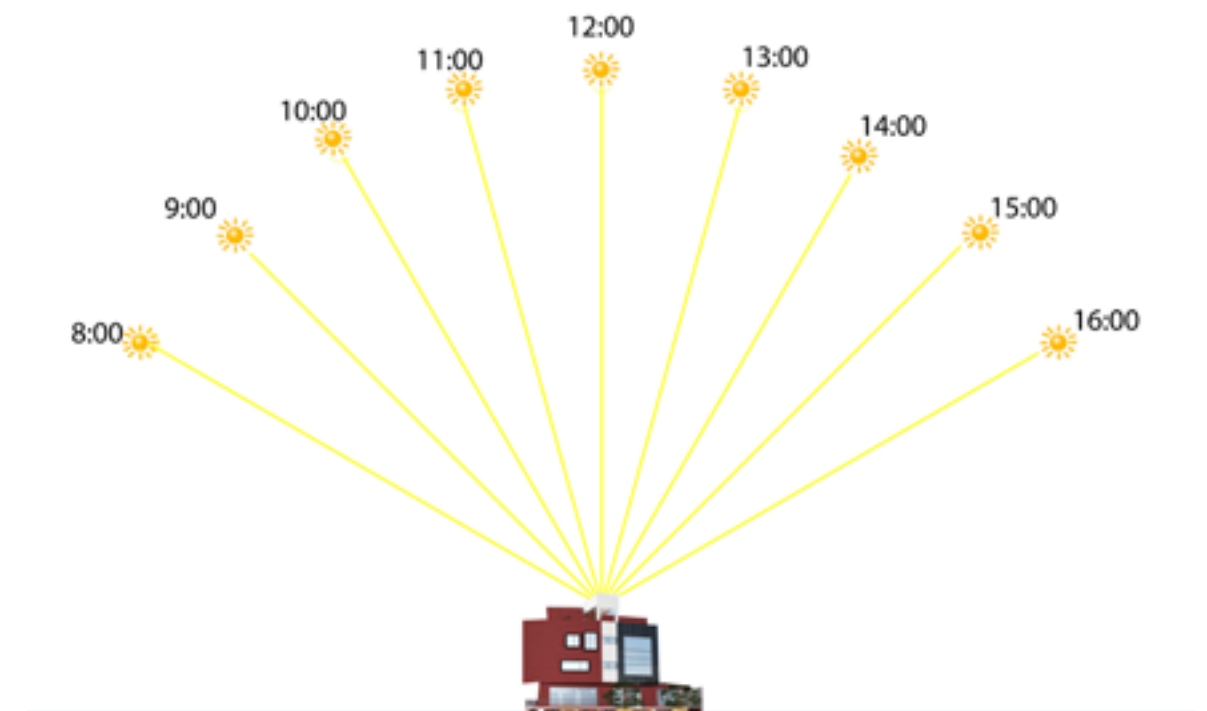




## Estudio Solar

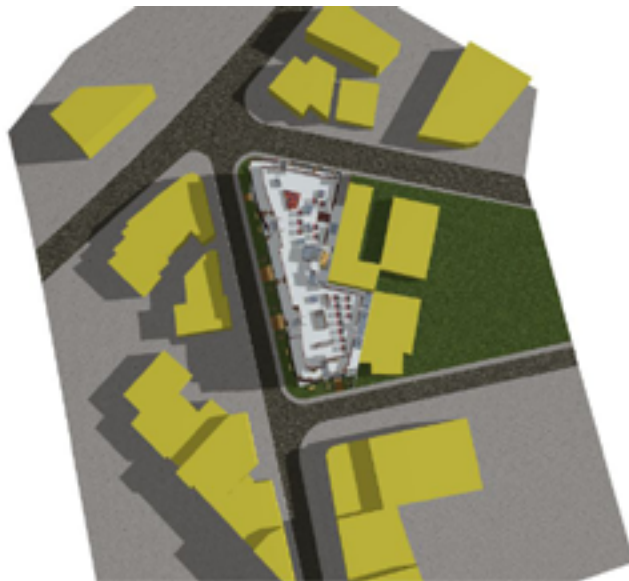
El edificio se encuentra con su eje longitudinal N-S, por esto la mayoría de él va a recibir una adecuada radiación por el E y O, el sol con su movimiento presenta sus equinoccios el 23 de marzo y 21 de septiembre, y sus solsticios 22 de junio y 22 de diciembre con declinaciones de  $+26^{\circ}19'$  y  $20^{\circ}34'$  respectivamente. Los estudios son para observar la variación de la incidencia y las sombras proyectadas sobre el resto de edificaciones al rededor. Para poder observar las variaciones se estudio en los siguientes horarios: 8:00, 10:00, 12:00, 14:00, 16:00. Las fotos están direccionadas hacia el norte.

Estudio solar de la proyección del sol que cada hora varia 15 grados. A las 8:00 se encuentra en 30 grados.

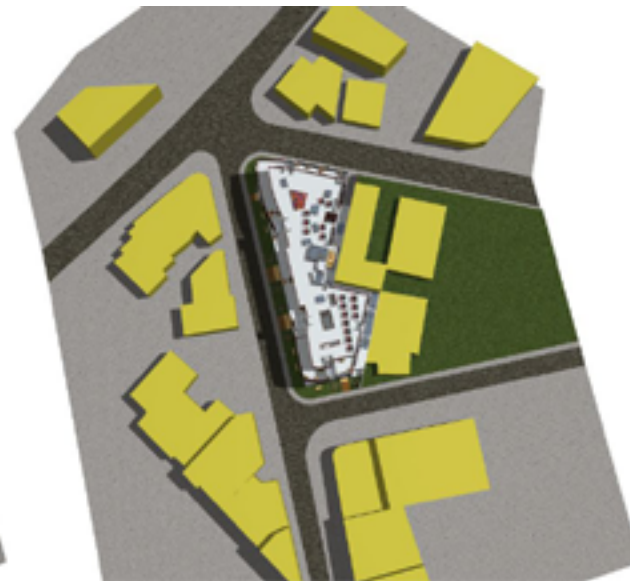




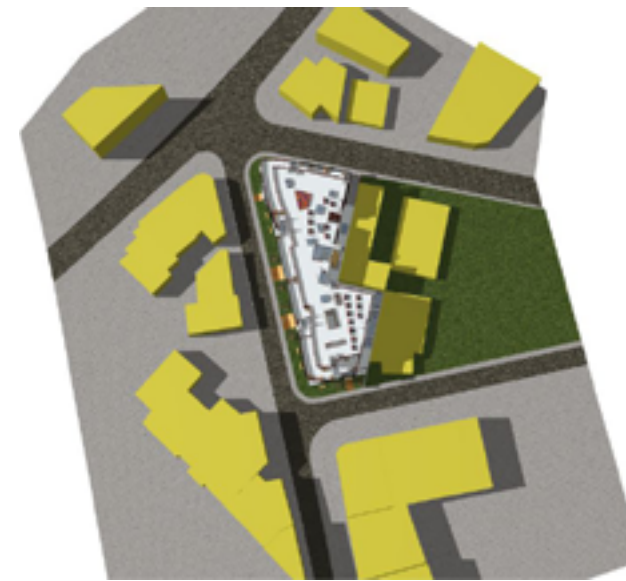
**Equinoccios: 23 de marzo y 21 de septiembre**



8:00. 23 de Marzo, 21 de Septiembre.



10:00. 23 de Marzo, 21 de Septiembre.



16:00. 23 de Marzo, 21 de Septiembre.

La sombra proyectada sigue el eje E-O pero desviada un poco hacia el N en las mañanas y un poco hacia el sur en las tardes, esto debido a que nos encontramos pocos grados al sur de la línea Ecuatorial. La fachada norte si va a recibir un poco de sol por las mañanas. Las edificaciones hacia el oeste temprano en la mañana reciben sombra, desde las 14:00 las edificaciones del este reciben sombra por parte del edificio.

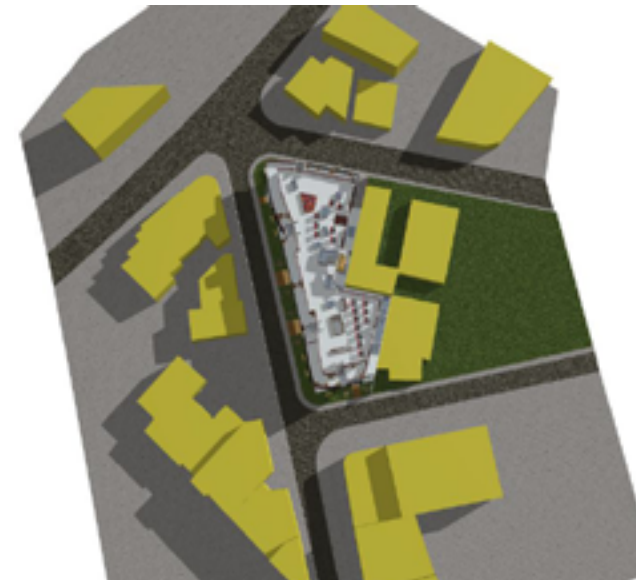
**Solsticio: 22 de junio**



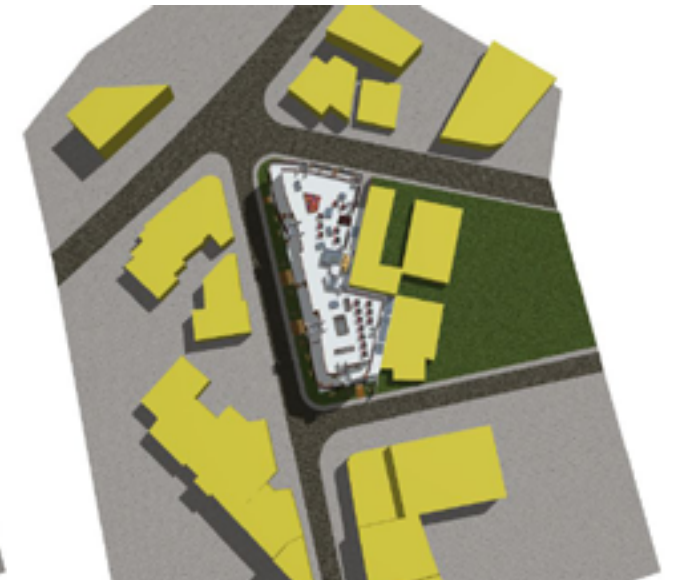
12:00. 23 de Marzo, 21 de Septiembre.



14:00. 23 de Marzo, 21 de Septiembre.



8:00. 22 de Junio.



10:00. 22 de Junio.



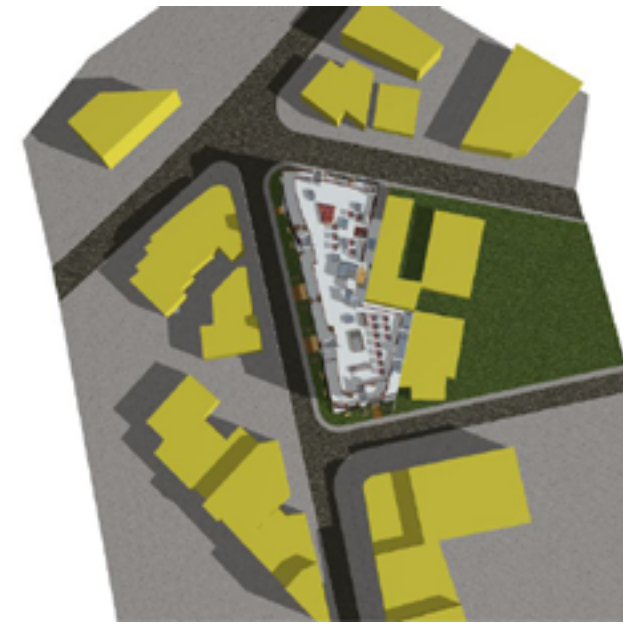
**Solsticio: 22 de diciembre**



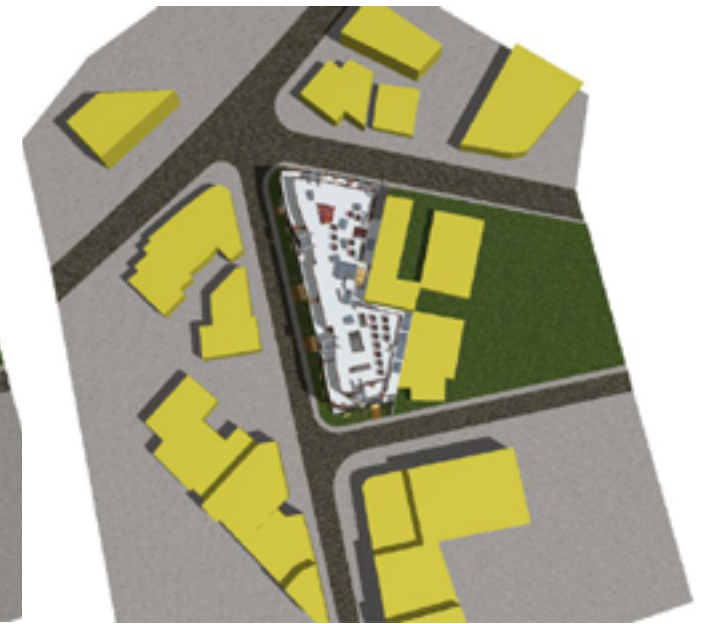
12:00. 22 de Junio.



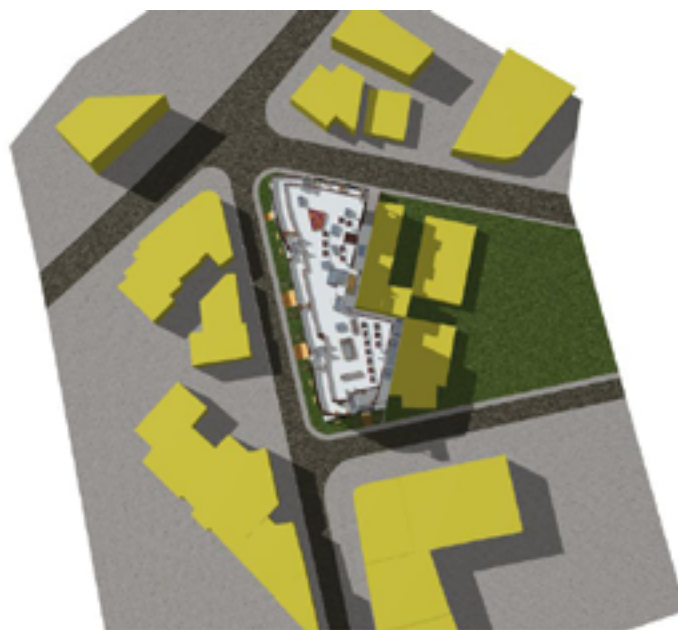
14:00. 22 de Junio.



8:00. 22 de Diciembre.



10:00. 22 de Diciembre.

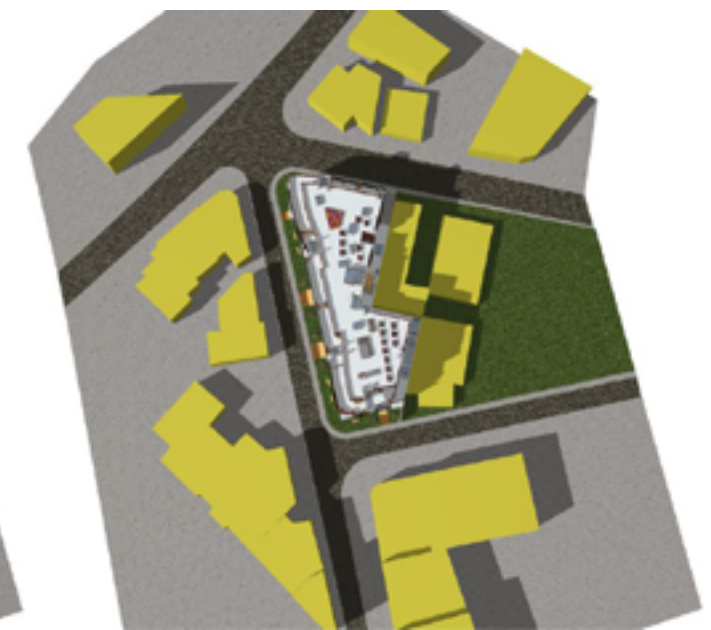


16:00. 22 de Junio..

La sombra proyectada sigue el eje E-O pero desviada un poco hacia el S en las mañanas y un poco más hacia el S en las tardes, esto debido a la parábola que forma el sol en este solsticio. La fachada norte si va a recibir un sol por las mañanas y un poco en las tardes.



12:00 22 de Diciembre.



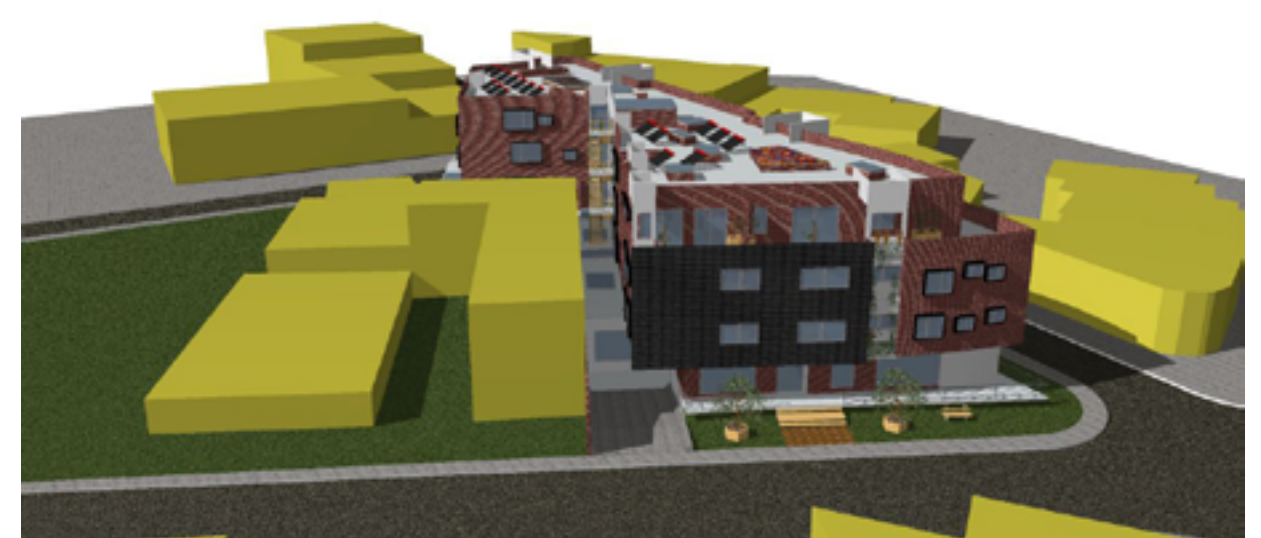
14:00. 22 de Diciembre.





La sombra proyectada sigue el eje E-O pero desviada un hacia el N en las mañanas y un poco menos al N en las tardes, esto debido a la parábola que forma el sol en este solsticio. La fachada norte no recibirá sol estas fechas, en cambio la fachada sur va a recibir un poco sol por las mañanas y un más por las tardes.

14:00 22 de Diciembre.



A las 9:00 la sombra de la edificación del Este tapa menos a la fachada del edificio.



A las 10:00 la sombra proyectada por la edificación del este solo proyecta sombra contralas claraboyas que se encuentran en el retiro.

## 4.2 Usos de energías en la edificación.

Las fuentes de energía renovable o alternativa son una opción para proyectos nuevos o existentes, ayudan a cuidar el medio ambiente al reducir el impacto ambiental y la disminución de emisiones de CO<sup>2</sup>. La energía renovable nos puede ayudar a la calefacción, iluminación, refrigeración. Existen varias pero no todas nos pueden ayudar para la arquitectura porque algunas de ellas se aplican a grandes escalas o para nuestro medio son tecnologías nuevas y muy costosas.



4.1

El sol es una fuente inagotable de energía y por lo tanto de vida, es de aprender a recolectar la radiación solar para transformarla en calor y electricidad, siendo una energía gratis y limpia. La energía solar es la principal fuente de energía renovable, se basa en la radiación solar para captarla y transfórmala

a energía. Sirve de varias maneras, con ella podemos generar electricidad a través de células fotovoltaicas y calentar agua en colectores en cubiertas utilizándola de forma activa con los sistemas solares térmicos. También podemos calentar e iluminar espacios cuando se la utiliza de forma pasiva.

Una de las principales formas de ser más eficiente el uso de energías y bajar los consumos de estas es con la concientización de la gente, sobre el calentamiento global y los recursos que tenemos en el planeta para que tomen conciencia de como utilizar todo lo que necesita-



4.2



4.3



mos para nuestras vidas, la cual es la más complicada de todas pero con esta se mejoraría los resultados.

Las energías en nuestro país han levantado interés en el país los últimos años con varios planes para el manejo de estos y un cambio a energía limpia en el país, se manejan un plan maestro 2012-2021 para producir solamente energía limpia en el país, se han invertido en varios proyectos hidroeléctricos principalmente y otros eólicos y solares, con esto se pretende una masiva producción de energía eléctrica para bajar sus costos y a su vez comenzarla a importar. Con estas medidas para el 2015 se quitara el subsidio que existe al gas LP, para este subsidio el gobierno invierte millones por año por esto pretende el cambio de energías para poder eliminarlo. Al quitar el subsidio del gas se tiene que diseñar de una manera diferente, el gas es utilizado para calentar el agua, cocinas y hornos principalmente, por esto estos tienes que ser eléctricos dentro del diseño de la edificación. También existen proyectos para el cambio de las refrigeradoras (es donde más energía eléctrica se consume) por unas que utilicen menos energía, cambio d cocinas de gas por eléctricas, y otras medidas como la prohibición de importación de calefones a gas.

#### 4.2.1 Agua



4.4

Existen varios aplicaciones que podemos utilizar en las viviendas y edificaciones para ahorrar el agua, con la recolección de aguas lluvias y tratamiento de aguas grises mas distintos sistemas se puede ahorrar el agua alrededor de un 30% al 60% a se puede crear sistemas de ahorro de agua de un 100%.

Los consumos de agua en la ciudad son altos alcanzando los 200 litros al día, considerando que los consumos medios globales es de 150 litros al día, esto e sutilizado de la siguiente manera:

##### - Actividad total en %:

Higiene personal	40
Descarga del inodoro	30
Lavado de ropa	12
Lavado de platos	6
Jardinería	4
Beber	3

litros	actividad	%
64	Ducha	32
60	Descarga del inodoro	30
24	Lavado de ropa	12
16	Lavamanos y lavado de dientes	8
12	Lavado de platos	6
8	Jardinería	4
8	Aseo de casa	4
8	Comida y bebida	4
200	TOTAL	100

##### - Distribución de los usos del agua

Las tarifas del agua potable en la ciudad varían según el sector de uso y el rango de consumo:

##### - Residencial:

0-20 m<sup>3</sup> = 0.20 \$/m<sup>3</sup>  
21-40 m<sup>3</sup> = .0305 \$/m<sup>3</sup>  
más de 40 m<sup>3</sup> = 0.65 \$/m<sup>3</sup>

##### - Comercial:

0-50 m<sup>3</sup> = 0.70 \$/m<sup>3</sup>  
más de 50 m<sup>3</sup> = 1.05 \$/m<sup>3</sup>

Un m<sup>3</sup> son 1000 litros de agua. Una persona al consumir 200 litros diarios seria 1400 litros semanales y alcanzaría los 6000 litros mensuales, ósea 6 m<sup>3</sup>, en familias de más de 3 personas que es la mayoría en la ciudad se cambiaria la tarifa y el agua potable seria mas costoso, este es otro factor a considerar para concientizarnos que tenemos que ahorrar agua.

El agua podemos recolectarla de varias maneras, la más común en la arquitectura sostenible es por medio del agua lluvia pero también existe las agua subterráneas que en varias zonas de la ciudad las tenemos por poseer los 4 ríos. Estos se pueden utilizar casi todo el año debido que las lluvias no son claras durante el ano en, se ha establecido ocho meses lluviosos de octubre a mayo y 4 secos de junio a septiembre, esto es debido a que los valores pluviométricos mensuales y totales varían cada año, el promedio anual es de 860mm, el promedio de precipitaciones en Cuenca es de 71mm/m2. Para los meses secos se utilizaría el agua del sector público, esto también depende de los usos que le damos al agua recolectada, es aconsejable que esta sea utilizada para los sanitarios y el agua exterior para el riego y lavado.

El terreno se ubica cerca de 2 ríos entonces podemos utilizar la recolección de agua subterránea y no de lluvia, a través de un pozo con bombas se recolecta el agua para luego ser filtrada y depositada en una cisterna creada exclusivamente para esta, esta agua será utilizada para los sanitarios y el agua de uso exterior como es el lavado de vehículos, limpieza exterior y lavado de la ropa. La cisterna abastecerá cuando en los periodos se sequia disminuya los caudales de escorrentía subterránea. Es de cuidar que estas agua no sean utilizadas para higiene y cocción, el

edificio necesitaría de dos redes, la una del agua potable de la red publica y otra del agua recolectada, es importante que todos los puntos por donde salga esta agua (llaves) sean marcados y se especifique que no es potable.

El agua de la ciudad es alcalina, por esto para la utilización del agua subterránea será necesario un sistema que quite la cal, este sistema se basa en una cisterna donde el agua será tratada con un químico que cumple esta función.

El agua recolectada podemos utilizarla para las descargas del inodoro (30%), lavado de la ropa (12%), jardinería (4%) y el aseo de la casa (4%), representando el 50% del agua que consumimos, es decir vamos a ahorrar la mitad del agua consumiendo solo 100 litros de la red pública del agua.

Otros sistemas que se puede utilizar es la recolección de aguas grises pero por sus costos de tratamientos no serán utilizados, tampoco la purificación y potabilización del agua para poder ser utilizada en toda la edificación. En la domótica que va en mano de la arquitectura sostenible están distintos dispositivos:

- Inodoros de doble flujo que necesitan de menos agua para las descargas, utilizan en vez de los 15 litros normales 6 litros para descargar solidos y 4,5 litros para descargar desechos líquidos. Re-

presenta un ahorro del 65% y esta agua será utilizada del agua recolectada representando un ahorro del 100%, esto ayudaría a crear una cisterna de menor tamaño.

- Para duchas, lavabos y fregaderos las llaves con aireadores hace que el agua salga con la misma presión pero menos, de 18lit./min a 8lit./min, un ahorro del 55%.
- Electrodomésticos que optimizan el consumo de agua.

Se calcula que se realizan 4 descargas diarias del inodoro, una para desechos sólidos y 3 para desechos líquidos, con los inodoros de doble flujo se bajaría el consumo de 60 litros a 19,5 litros, esto es un ahorro del 67,5%. En la ducha (64 litros), lavado de ropa (24 litros), lavamanos (16 litros), lavado de platos (12 litros) se van 116 litros, con los sistemas de aireadores el consumo disminuirá a 52,2 litros, un 55%.

Con estos sistemas se consumirá lo siguientes litros de agua:

litros	actividad	%
28.8	Ducha	30
19.5	Descarga del inodoro	20.4
10.8	Lavado de ropa	11.3
7.2	Lavamanos y lavado de dientes	7.5
5.4	Lavado de platos	5.6
8	Jardinería	8.4
8	Aseo de casa	8.4
8	Comida y bebida	8.4
95.7	TOTAL	100

Así se reducen los consumos de 200 litros a 95,7 litros, más del 50%. Pero las descargas del inodoro (19.5 litros), el lavado de ropa (10.8 litros), jardinería (8 litros) y el aseo de la casa (8 litros) son con el agua recolectada, entonces se consumen 46.3 litros menos, solo se pagaría a la red pública 49.4 litros diarios, un ahorro del 75.3%. La persona al consumir los 49.4 litros diarios, consumiría 345.8 semanales y 1482 mensuales, esto en costo disminuiría de \$1.83 a \$0.30 mensuales por persona, se ahorra un 83.6%.

La concientización es importante para bajar el consumo de agua de la población, se basa en hacer caer e cuenta a las personas los altos consumos que tenemos en las actividades que realizamos a diario, es importante informar y educar a las personas sobre el buen manejo de los recursos hídricos con campañas que promuevan el ahorro con la disminución de consumo y mejores practicas.

Por ejemplo en la ciudad la empresa Etapa tiene la campana Agua para mañana con el eslogan ¡Eso es inteligente!, nos muestra las actividades que más realizamos, como hacerlo de una manera consiente y cuanto ahorraríamos







4.6



4.7



4.8



4.9



4.10



4.11



4.12



#### 4.2.2 Sistema solar térmico para el agua

Los sistemas solares térmicos son utilizados para el calentamiento del agua a través de la captación de la energía del sol transformándola en calor útil. Deben ser ubicadas al con una inclinación según la latitud. Para una casa se necesitara de 2 a 6 m<sup>2</sup> de colectores y un tanque de almacenamiento de 200 a 300 l. El resto del sistema es parecido a los sistemas de calefacción tradicional, se necesita un tanque de almacenamiento para acumular el agua caliente, en ciertos casos si es necesario más calor puede existir una caldera de gas o eléctrica.

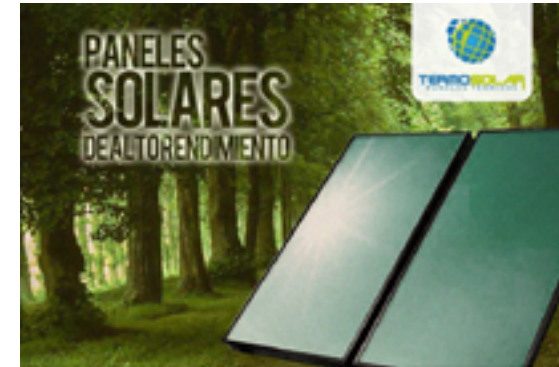
En el proyecto serán utilizados para calentar el agua de la zona residencial, los paneles eran ubicados en la cubierta con una dirección hacia el SE para mayor captación de la radiación.

El agua caliente es calentada por calefones o calderos de gas, cuando se quite el subsidio a este los costos van a ser elevados, por eso es de pensar en distintas maneras para calentar el agua y mejor si es a través de una energía limpia como son los paneles solares que captan la radiación para calentar el agua, con una inversión que se

paga en unos 3 a 4 años aproximadamente se va a obtener el agua caliente por más de 25 años de una manera gratuita.

TERMO SOLAR paneles térmicos es una empresa de Cuenca que fabrica estos de alto rendimiento al ser colectores planos al vacío, su funcionamiento es más eficaz del resto que se encuentran en el mercado, cuentan con 12 receptores de calor a diferencia del resto que tienen 8 receptores, la entrada y salida de agua es de 1 pulgada. El valor estético de estos es mejor debido a que el tanque acumulador no se encuentra en el panel sino se puede ubicar hasta 10 m de estos. Cada 2m<sup>2</sup> evita la emisión de 1,5 toneladas de CO<sub>2</sub> al año. El panel esta aislado con poliuretano inyectado de 3cm directamente a la caja mejorando su rendimiento, al igual que el tanque de almacenamiento conservando la temperatura por un día. La vida útil de estos es de 20 años. Llegan a calentar el agua hasta 80°, el ahorro anual que representan es del 70 al 90%, por nuestras condiciones climáticas no pueden calentar el agua todos los días por esto se recomienda un sistema hibrido para

4.13



Comprometidos con el  
MEDIO AMBIENTE

JUAN ALVARO DE L. TORO

4.14



4.14

cuando se necesite el agua se calienta en calefones para luego ser acumulada.

#### Costos:

- Paneles:

100 litros, \$778, dimensiones 1x1.62m

150 litros, \$890, dimensiones 1x2.12m

- Tanques acumuladores:

100 litros, \$834

150 litros, \$910

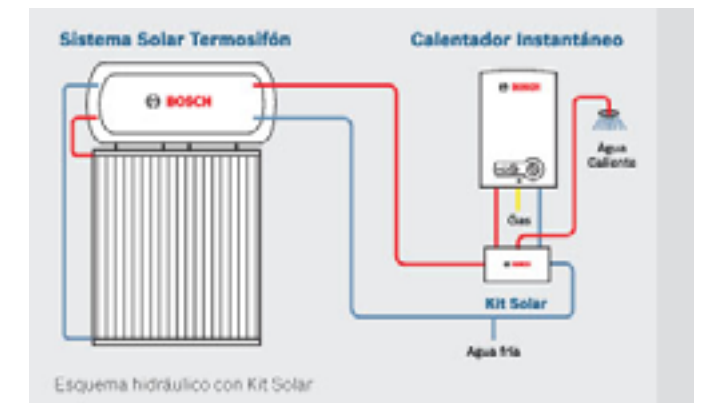
300 litros, \$1129

Un sistema de 1500 litros necesita de 10 paneles de 150 litros + 2 tanques de 300 litros.

Otros paneles que se encuentran



4.16



4.17

son los de tubos la vacío, hay varios puntos de ventas y varias marcas como BOSCH, los anteriores son más eficaces pero más costosos, estos poseen los tanques acumuladores junto al panel perdiendo su valor estético, calientan el agua entre 35° a 90°, tienen garantía de 20 años.

#### Costos:

- 100 litros, \$600, 2 personas, dimensiones 1x2m

- 160 litros, \$700, 3 personas, dimensiones 1,5x2m

- 200 litros, \$800, 5 personas, dimensiones 2x2m,

- 240 litros, \$900, 7 personas, dimensiones 2.2x2m

- 300 litros, \$1000, 9 personas, dimensiones 2,5x2m

El sistema que se necesita para





nuestro medio es un sistema híbrido que es controlado por una computadora la cual mide la temperatura del agua en el tanque acumulador, si esta baja el agua es calentada en el calefón, se calcula que la eficiencia del sistema solar es del 80%.

Son 23 departamentos, 14 de 3 dormitorios (4 personas), 8 de 2 dormitorios (3 personas) 1 de un dormitorio (1 persona), en total se estima que el sistema será ocupado para 81 personas, se necesita un sistema de 1500 litros aproximadamente para toda el área residencial del edificio.

Análisis de costos del agua caliente en comparación con el gas:

- Para una vivienda entre 4 y 5 personas, se utilizara el sistema de tubos al vacío al ser más económico en este caso, se necesita un panel de 200 litros. \$800

Un calefón de 16 litros cuesta \$175 y consume 3,5 m<sup>3</sup>/h de gas, cuesta \$1,60 el tanque de gas de 15kg, 1kg de gas = 0.5m<sup>3</sup>, 15kg = 7.5m<sup>3</sup>, \$0.213/m<sup>3</sup> de gas.

El tiempo promedio de una ducha es de 15 minutos, consume 0.875m<sup>3</sup> de gas a un costo de \$0.19. Al día en la familia el consumo de gas cuesta \$0.95, al mes \$28.50, al año \$342.

La eficiencia de los paneles por el clima es del 80%, el consumo de gas del 20% sería de \$5.70 mensual y \$68.4 anual. La diferencia del precio con el sistema de gas al sistema híbrido es de \$22.8 mensual y \$273.6 anual.

El costo del gas en 3 años con la diferencia del sistema híbrido es de \$820.8, en el cual se pagaría el sistema y desde este momento tendríamos agua caliente gratis.

- Para el edificio se utiliza el sistema igual el sistema de tubos al vacío al ser más económico. Al necesitar un sistema de 1500 litros se instalaran 5 paneles de 300 litros a un costo de \$5000 y un caldero de 113.5 litros (30gl) a un costo de \$730 para cuando se necesite calentar el agua por malas condiciones del clima. El costo total del sistema híbrido es \$5730.

Un caldero de 300 litros que abastece al edificio cuesta \$2600, consume 3.0 m<sup>3</sup>/h de gas, el m<sup>3</sup> de gas en un edificio cuesta \$0.24m<sup>3</sup>, calienta los 300 litros cada 54 minutos. Las 81 personas consume cada una 28.8 litros para bañarse, son 2332.8 litros totales, se necesitan 7 horas de funcionamiento del caldero consumiendo 21m<sup>3</sup>.

Los 21m<sup>3</sup> de gas diario cuesta \$5.04 para mantener el agua, al mes \$151.20, al año \$1814.40. La eficiencia de los paneles por el clima es del 80%, el consumo de gas del 20% sería de \$30.24 mensual y \$362.88 anual. La diferencia del precio con el sistema de gas al sistema híbrido es de \$120.96 mensual y \$1451.52 anual.

El costo del gas en 4 años con la diferencia del sistema híbrido es de \$5806.08, en el cual se pagaría el sistema y desde este momento tendríamos agua caliente gratis.

#### 4.2.3 Electricidad e iluminación

La energía eléctrica sostenible producida por distintos dispositivos como paneles fotovoltaicos o generadores eólicos que transforman la luz solar o el viento en energía, es una energía limpia pero su problema es el alto costo de instalación, con el tiempo está bajando su precio y su uso presenta un crecimiento del 10% anual. Necesita ser conectada a baterías para que se almacene la electricidad.

Es importante aprovechar al máximo la luz solar para iluminar los ambientes y así no tener que utilizar luz artificial creando gastos en los proyectos que representa casi la mitad de energía eléctrica de una edificación. La relación para la superficie de las ventanas sobre los muros en nuestro medio se encuentra en una proporción del 30%, la cual fue utilizada para el cálculo de los vanos.

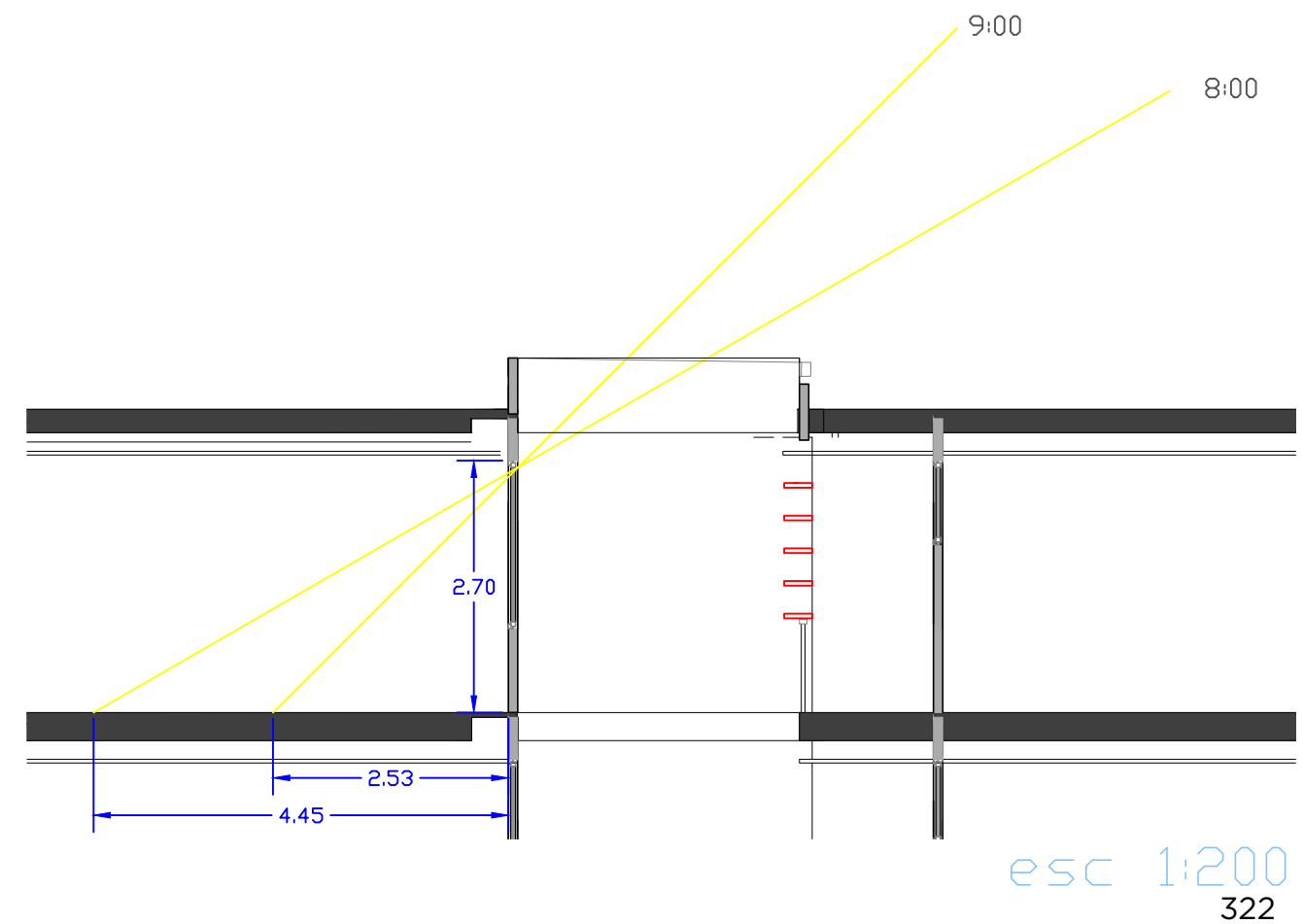
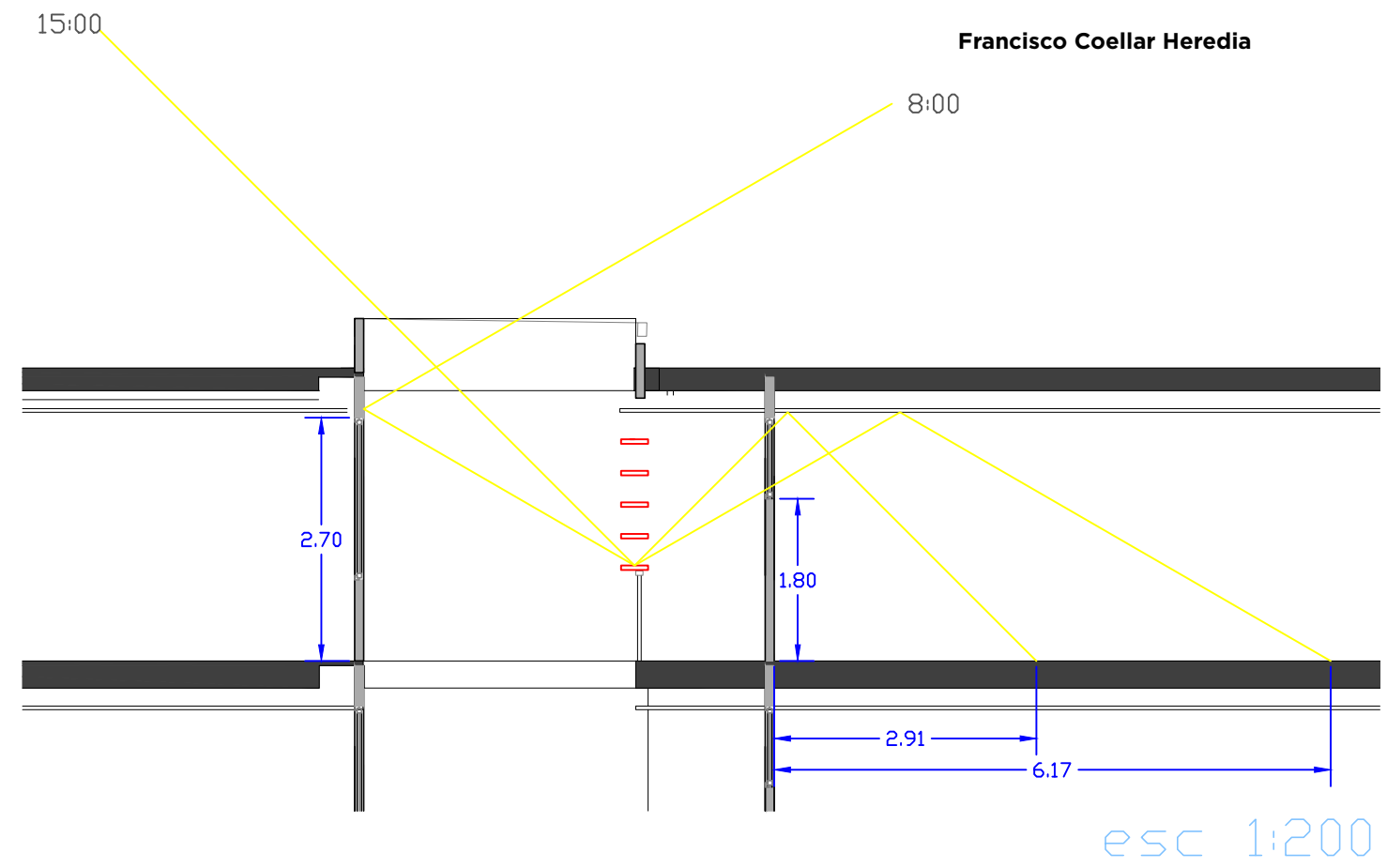
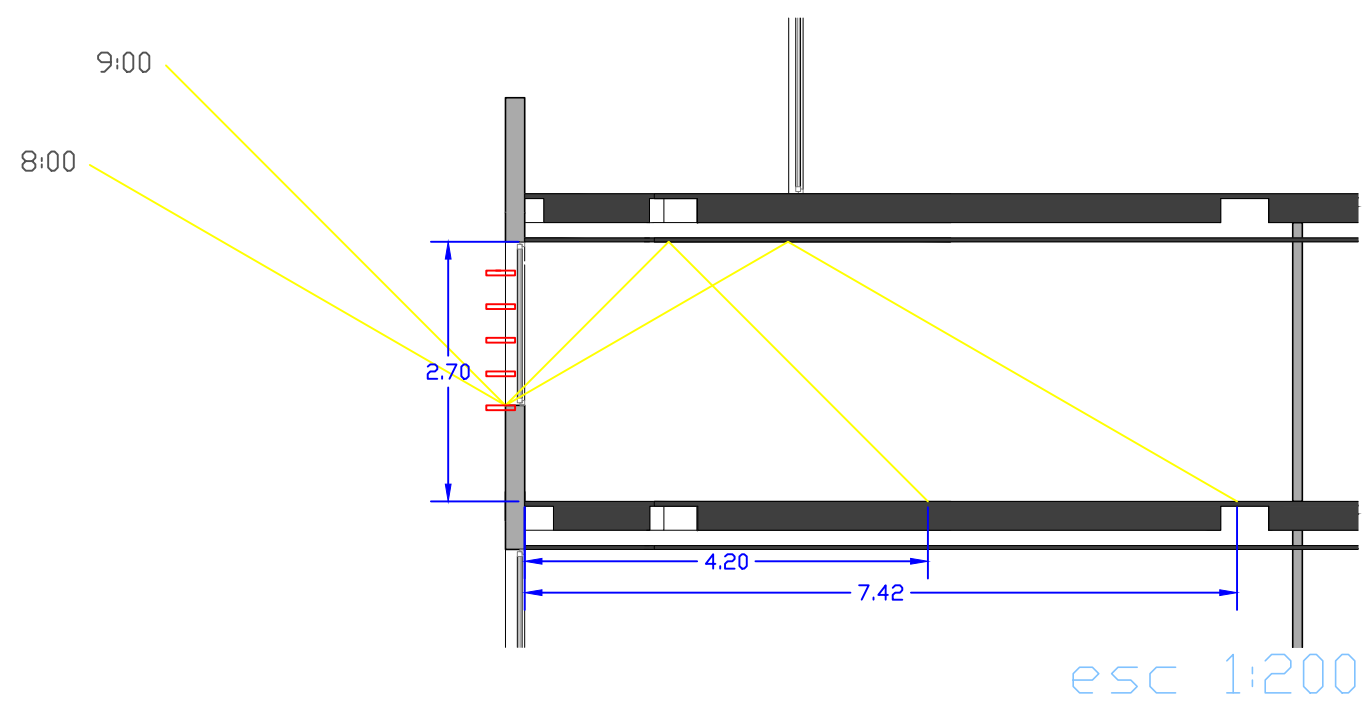
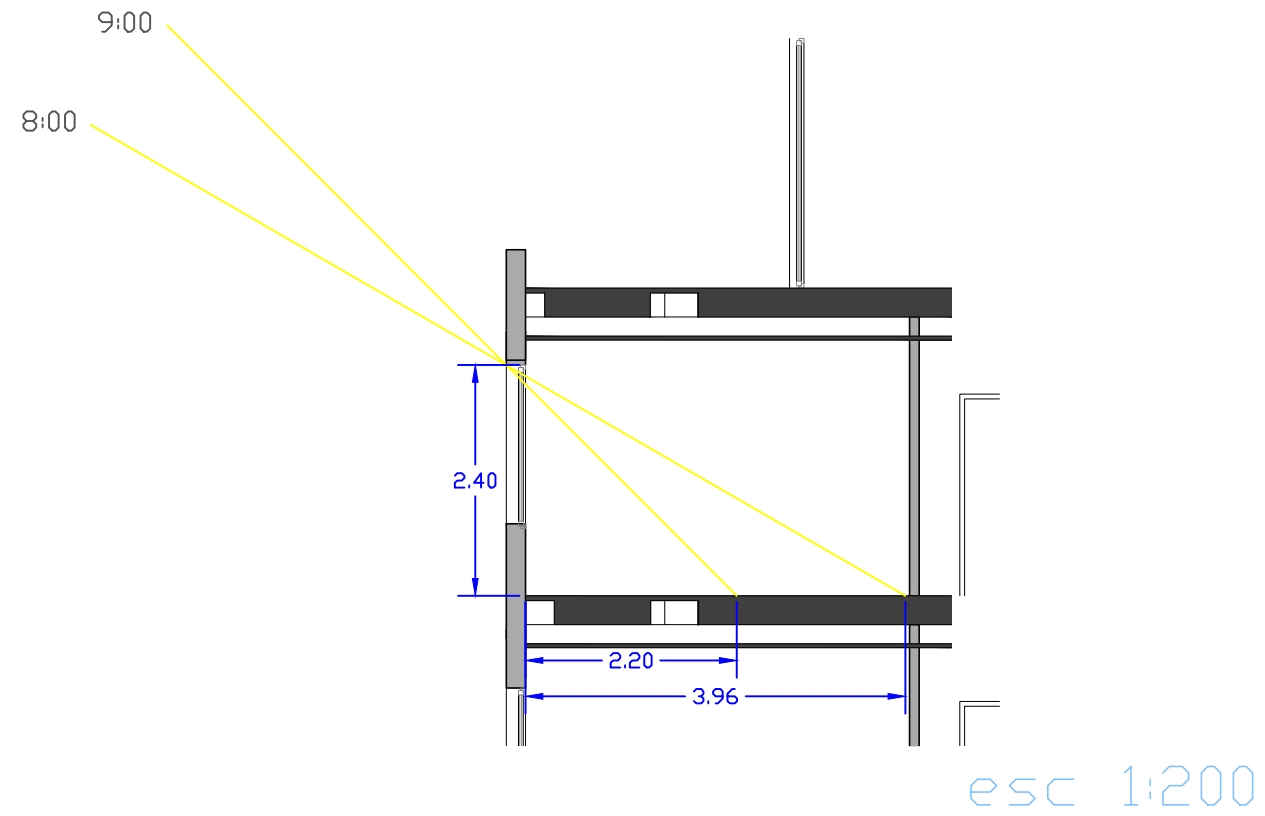
El diseño pasivo sirvió para que exista una adecuada iluminación en la mayoría de ambientes durante el día y así no tener que utilizar energía eléctrica para esto, todos los ambientes fueron pensados al saber que la luz solar penetra en las edificaciones de una manera eficiente al realizar un buen diseño. En la tercera planta alta no existen problemas de iluminación al ser la planta de menor profundidad y al estar ubicada al último piso se da iluminación a través de las claraboyas. En la planta baja que es la zona comercial los grandes ventanales, la utilización de paredes acristaladas y las claraboyas en la

parte posterior del retiro ayudan a que la iluminación sea más eficiente.

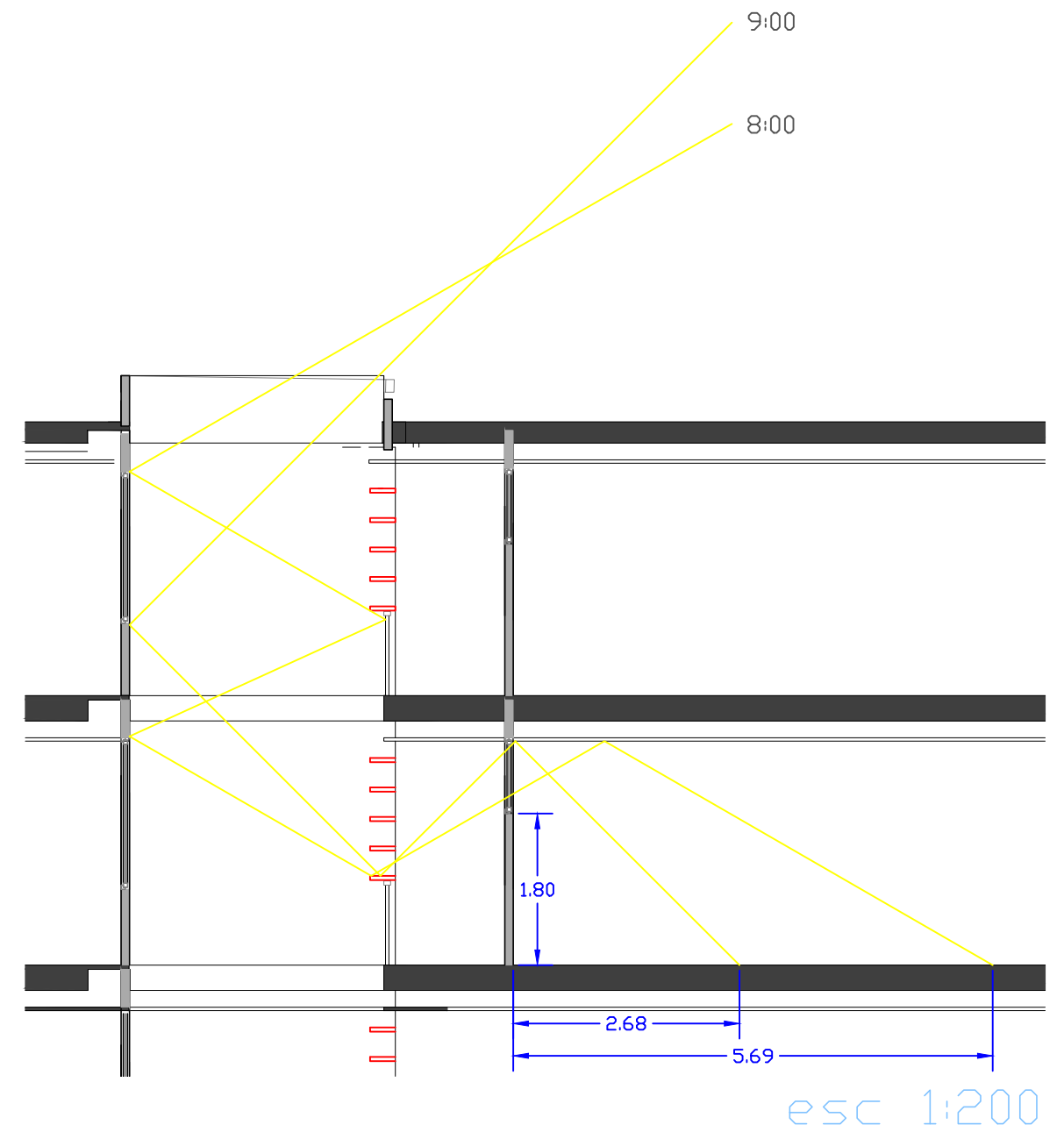
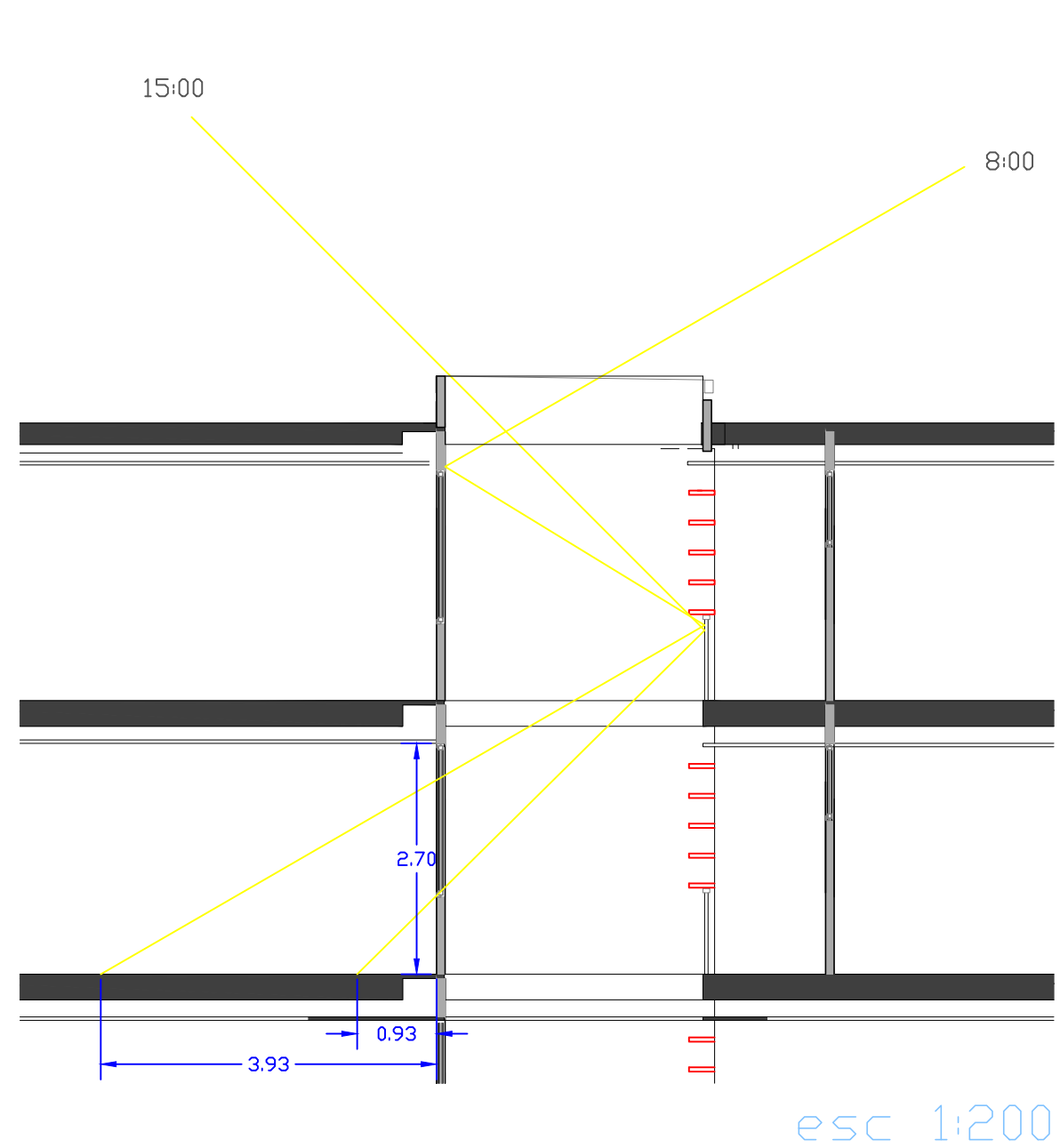
Las ventanas se encuentran con una altura entre 2,40 m y 2,70 m sobre la losa, esto permite que entre rayos solares a las 8:00 por la fachada este y a las 14:00 por la fachada oeste alcanzando los 4 m. En la planta existen zonas que necesitan mayor la penetración de los rayos solares, en esta se colocaron placas reflectantes permitiendo que la iluminación alcance 7,40 m de una manera eficiente.

Se crearon 3 ductos de iluminación para que la luz solar penetre de una manera más eficaz en el proyecto, en los ductos existen ventanas en los departamentos donde los rayos solares alcanzan 4.40 m en los departamentos. También los corredores se encuentran al lado de estos ductos para que no sean oscuros, entre los corredores y los departamentos existen ventanas altas para no permitir vistas pero si una iluminación que alcanza 6 m con la ayuda de paneles reflectantes.

La iluminación penetra en la mayoría de zonas de los departamentos, quedando pocos espacios que no necesitan una iluminación óptima más oscuros, como es las salas de televisión.







En el proyecto se uanalizo la posi-  
bilidad de utilizar sistemas de ge-  
neradores eólicos para la produc-  
ción de energía eléctrica continua  
que será utilizada para la ilumina-  
ción. Los generadores por ener-  
gía cinética al moverse las aspas  
crean energía que es transformada  
a eléctrica, esta energía tiene que  
ser acumulada en baterías, se neci-  
ta de un regulador que controla a  
las aspas i impide que las baterías  
sigan recibiendo energía cuando  
alcanzan su carga máxima, el re-  
gulador manda corriente continua  
que funciona para el alumbrado, si  
se necesitaría para electrodomés-  
ticos seria necesario un inversor  
que transforma la corriente conti-  
nua en alterna.

Estas están ubicadas en la cubier-  
ta hacia el NE del edificio donde  
proviene la mayoría de los vien-  
tos de la ciudad, es una tecnología  
que crece a nivel mundial en un  
20% anual al ser una energía limpia  
que protege al medio ambiente.



4.18



4.19

Para las edificaciones se utilizara  
micro-turbinas o micro-generado-  
res, llegan a producir 750 vatios de  
energía al año, para el uso domes-  
tico existen aerogeneradores de  
un diámetro de 1m a 5m capaces  
de generar 400W a 3,2KW, necesi-  
tan vientos de 10km/h para funcio-  
nar, en Cuenca el promedio de los  
vientos es de 11km/h.

Su ventaja es que pueden girar  
360° sobre su base entonces apro-  
vechar el cambio de dirección de  
los vientos, están compuestos de  
las hélices que giran para generar  
la electricidad dentro de la carca-  
za donde se encuentra el alterna-  
dor que convierte la energía mecá-  
nica en eléctrica y de un timón de  
orientación.

La energía producida por el país  
proviene un 51.46% de energías re-  
novables y un 48.54% de energías  
no renovables.



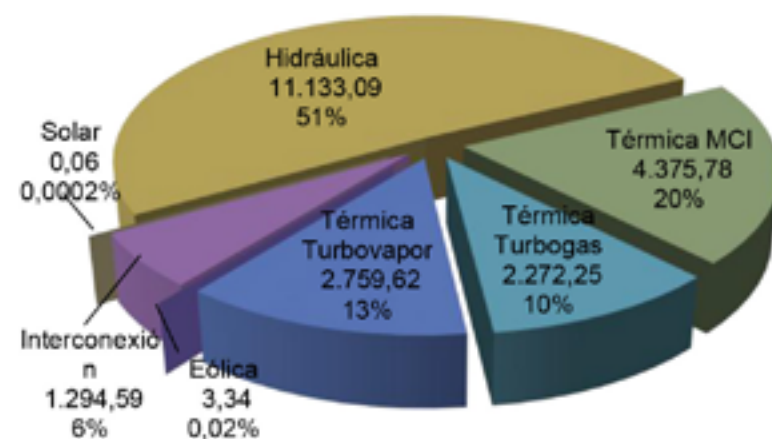


FIG. No. 1. 10: PRODUCCIÓN DE ENERGÍA POR TIPO DE CENTRAL (GWH)

Esta energía es ocupada de la siguiente forma:

- 40% Refrigeración
- 25% Iluminación
- 15% Entretenimiento
- 10% Cocción
- 10% Otros

Los consumos promedio de electricidad en el país es de 120.49kWh, en las principales ciudad del país son de:

- Quito 143.41 kWh
- Guayaquil 182.41 kWh
- Cuenca 151.10 kWh
- Ambato 118.50 kWh

Tipo Energía	Tipo de Central	Energía Bruta	
		GWh	%
Renovable	Hidráulica	10.219,57	50,08
	Térmica Turbovapor *	278,20	1,36
	Eólica	3,34	0,02
	Solar	0,06	0,00
Total Renovable		10.501,17	51,46
No Renovable	Térmica MCI	4.235,46	20,75
	Térmica Turbogás	1.969,72	9,65
	Térmica Turbovapor	2.406,26	11,79
Total No Renovable		8.611,44	42,20
Interconexión	Interconexión	1.294,59	6,34
Total Interconexión		1.294,59	6,34
Total general		20.407,21	100,00

En Cuenca el kWh cuesta \$0.18, este valor incluye las contribuciones que van anexas según el consumo de electricidad.

En el edificio se instalara mini turbinas eólicas para abastecer a la electricidad destinada para la iluminación de este. Un foco Led consume 7W, se encienden alrededor de 5 horas al día consumiendo 35Wh, esto equivale a 0.035kWh diarios y 10.5kWh mensuales.

En promedio se consume 37.775kWh de iluminación mensual por vivienda, un foco ahorrador consume un 65% menos, esto equivale a 17kWh, un foco Led consume un 85% menos, esto equivale a 5.67kWh o 5670Wh, esta es la carga de corriente continua, la potencia de consumo promedio seria de 5670Wh/24h = 236.25W.

La turbina eólica cuesta \$650 y su batería de gel \$235, en total \$885, produce 300W, lo que abastecería a un departamento. El costo de iluminación de un departamento con focos ahorradores es del \$3.06 mensual, para cubrir el gasto de los \$885 se necesitaría de 24 años, por lo tanto esta energía no es factible en nuestro medio, tampoco la energía solar fotovoltaica porque es más costoso.

La utilización de la domótica se refiere a sistemas básicos que podemos encontrar en nuestro mercado y sin altos costos representan ahorro de energía para las edificaciones.

nes:

- Los sistemas de control de iluminación pueden representar un ahorro del 30% al 40% del consumo eléctrico, estos sistemas son los sensores de movimiento y células fotoeléctricas detectan la luz y así pueden prender la iluminación en las noches y apagarlas automáticamente en las mañanas.

- Los electrodomésticos de ahora ahorran energía siendo más eficaces en el consumo de electricidad, estos pueden ser reconocidos por el logo de Energy Star. Una refrigeradora ahorra un 35-40%.

Donde más se consume la electricidad es en las refrigeradoras, están consumen el 40% equivaliendo a 60.44kWh, con las nuevas refrigeradoras se bajaría el consumo a 36.44kWh.

En la iluminación se consume el 25% equivaliendo a 37.775kWh, con focos fluorescentes (ahorrador) se ahorra un 65% bajando el consumo a 13.22kWh, con focos led se ahorra un 85% bajando el consumo a 5.67kWh.

En el país es de considerar para los nuevos diseños que el gas LP se tiene que utilizar en la menor cantidad posible, es mejor si es nula, debido al subsidio que no va a existir por parte del gobierno para el 2015, la energía a través del gas va a ser costoso por lo tanto las redes de gas van a llegar a ser obso-

#### 4.2.4 Calefacción

letas en su mayoría, es importante que las conexiones eléctricas sean las adecuadas ya que esta energía va a bajar de costos, es de pensar en la utilización de cocinas y hornos eléctricos desde el diseño.

Los sistemas de climatización son los de calefacción y refrigeración que podemos utilizar a través de sistemas pasivos de diseño y energía limpios dentro de la edificación para que cumplan con estas funciones.

Para que los sistemas de climatización en la edificación sean eficaces se tiene que considerar una óptima orientación de la edificación junto con el diseño de la planta y las fachadas, los lugares de estancia son más recomendables ubicarlas hacia el este y oeste, siendo más importantes su ubicación que la parte de servicio. En la fachada este y oeste donde se encuentran las zonas de mayor soleamiento se puede incorporar atrios y miradores acristalados que calienten el aire que va entrar a la edificación por el efecto invernadero, estos es importante que tengan materiales de alta inercia térmica.

El control térmico del edificio fue pensado desde varios puntos de vista para que llegue a ser lo más óptimo posible solo con la ayuda del sol a través del diseño y así no tener que utilizar energía para esto, Cuenca es una ciudad fría con temperaturas medias que varían entre 16°C - 18°C a lo largo del año según los meses, el nivel de confort esta entre los 18°C - 24°C y el óptimo se ubica entre los 20°C - 22°C. Nosotros no poseemos inviernos entonces no requerimos de sistemas mecánicos de calefacción pero si se busca que entremos a

los niveles óptimos de confort.

Grandes ventanas se ubican en todos los ambientes interiores hacia el E y O, esto se calcula que aporta un 33% de la demanda de calor. Sistemas de captación aportan un 40% del calor requerido. Entre estos la demanda del calor requerida va a llegar a los niveles de confort térmico óptimo.

Se utilizaron varios sistemas de captación:

- Muros de alta inercia térmica, la mayoría de la edificación es de ladrillo artesanal de 20 cm de espesor con un retardo térmico de 7:30 horas. También se utiliza piedra pizarra color negro que acumula mayor calor, el espesor será de 0.25 cm y posee un retardo térmico de 5:30 horas. Es decir la fachada oeste recibirá sol hasta las 17:00 horas, el calor será transmitido al interior hasta las 00:30 horas donde las personas ya no realizan actividades.
- Balcones o atrios acristalados hacia el E y O calienten el aire en su interior por efecto invernadero para que este a través de ductos entre a la edificación.
- La circulación vertical y parte de los corredores con grandes ventanales de losa a losa calientan el aire por efecto invernadero para ser repartido a los distintos departamentos, esto se ubica al E donde es mayor la incidencia solar.

• En la cubierta y sobre la planta baja en el retiro las claraboyas permite la entrada de la radiación para calentar estos ambientes interiores. Igual la cubierta posee una alta inercia térmica para transmitir calor hacia el interior del último piso.

• Existen dos ductos por donde circula el agua caliente, el aire dentro de estos se calentara para luego pasar hacia el interior de los departamentos.

Para crear un confort térmico cálido es importante minimizar las pérdidas de calor que se pueden dar por la envolvente de la edificación y la ventilación por infiltraciones en la carpintería, no se utiliza doble vidrio por sus altos costes, el edificio es compacto con materiales de alta inercia. La vegetación ubicada en la fachada hacia el N previene las corrientes de vientos que en las zonas andinas enfriarían a las edificaciones, la disposición de la planta con su forma favorecer la desviación del viento, con estas medidas de abrigo se reducirá las perdidas de calor en un 40%.





### 4.3 Análisis de la eficiencia energética del anteproyecto



4.22

La eficiencia energética puede ser medida a través de varios análisis y medios digitales que ayudan en el diseño para saber la realidad de los proyectos en su consumo energético y confort. Existen varias herramientas y programas de computadora que cumplen con distintas funciones de estos. El programa utilizado fue el Energy Evaluation o Ecodesigner del ArchiCAD.

„permite a los arquitectos realizar evaluaciones de energía de forma dinámica y fiable de sus proyectos BIM desde el propio ArchiCAD, utilizando el análisis de la geometría BIM y la situación geográfica y meteorológica del proyecto de forma constante y online.”<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Graphisoft. ArchiCAD 16. <http://www.graphisoft.es/producto/ac/green.html>. 2013.

La **"Sostenibilidad"** es parte íntegra de la Arquitectura

**En la primera fase del diseño**

La sostenibilidad está presente en todo el diseño, el 80% de las decisiones sobre eficiencia energética se toman en las primeras fases del proceso de diseño. EcoDesigner™ facilita al arquitecto la optimización del diseño al proporcionarle diferentes alternativas de diseño en función del rendimiento energético de cada una de ellas. EcoDesigner lleva la sostenibilidad al corazón mismo del Edificio Virtual/ Building Information Modeling.

**Decisiones argumentadas**

Rápido, completo, fácil de utilizar : comparar consumos de energía, realizar balances energéticos mensuales y otros indicadores para informar al proceso de diseño y tomar la mejor decisión de diseño posible.

**Evaluación de opciones con un solo "clic de ratón"**

Los arquitectos ya pueden realizar análisis energéticos de su edificio de manera fiable en ArchiCAD: EcoDesigner de Graphisoft está incorporado en ArchiCAD y la mejor noticia es que todos los profesionales pueden utilizarlo correctamente. Con EcoDesigner el Edificio Virtual de ArchiCAD se convierte en un modelo BIM aún más inteligente, desde la primera fase del proceso de diseño.

Henry Deane Place  
Rice Daubney, Sydney, Australia  
Foto: Brett Boardman

**"Henry Deane Place fue uno de los primeros edificios "sostenibles" en Sydney y pone de manifiesto la mayoría de las soluciones sostenibles. El proyecto es ganador de varios premios y ha sido utilizado como punto de referencia para otros edificios del gobierno."**


Graeme Smith, Principal of Rice Daubney, AUS



## EcoDesigner Graphisoft

### Analizar

- Análisis automático del modelo – actualización del modelo a lo largo de la fase de diseño.
- Partes del edificio coloreadas – visible en planta y en la ventana 3D.
- Paleta revisión del modelo – define grupos de elementos basándose en su valor energético.
- EcoDesigner obtiene datos relevantes acerca del tiempo (temperatura, humedad, velocidad del viento y radiación solar) en cada momento del día, según la ubicación del edificio.



El análisis es rápido, sencillo e intuitivo. Utiliza un sólido conjunto de herramientas para recabar y definir variables, y EcoDesigner hace el resto. El análisis energético incorpora valores U de estructura, propiedades térmicas de los huecos, y otros datos de importancia de los sistemas MEP.

### Calcular

- Motor de Cálculo StruSoft's VIP – un solo clic, evaluación dinámica.
- Simulación análisis energético – resultados frecuentes sencillos y fáciles.

Start Evaluation...

Un solo clic de ratón y el potente motor de cálculo VPCore de EcoDesigner determina la eficiencia energética anual.

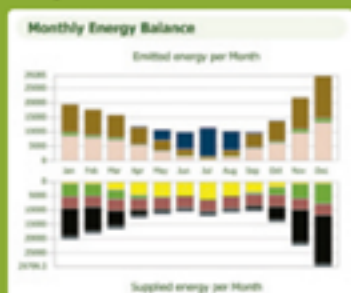
Price	Unit
Gas	0.45 EUR/m <sup>3</sup>
Wood	8.35 EUR/q
Electricity	6.20 EUR/kWh

Electricity is primarily produced from:

- Gas
- Oil
- Nuclear energy
- Wood
- Wind energy
- Solar energy
- Water energy
- Unknown

### Resultados

- Memoria del Análisis Energético del Edificio Rápido, sencillo de leer el resumen de las principales características energéticas en formato exportable PDF.
- Informe del Consumo Energético Rápido y sencillo de interpretar, los gráficos y las tablas numéricas ponen de manifiesto el consumo energético atendiendo al tipo (refrigeración, calefacción, iluminación) y al combustible (carbón, electricidad, gas, petróleo, nuclear).
- Huella de Carbono – rápido y sencillo de interpretar la representación de emisiones de dióxido de carbono anuales y el balance energético mes a mes.



**Monthly Energy Balance**

Emitted energy per Month

Supplied energy per Month

**Carbon Footprint**

Emitted CO<sub>2</sub> of the building is 26861 kg CO<sub>2</sub>/year

0.1 hectare tropical forest absorbs this amount of CO<sub>2</sub> in a year, what is equal to 0.11 football fields.

*"Como arquitectos sensibilizados con el medio ambiente, la posibilidad de ejecutar, de manera rápida y efectiva, análisis energéticos en el modelo de nuestro edificio es beneficioso para nosotros y aporta un gran valor añadido de cara a nuestros clientes."*

Russ Sanders, AIA, Orcutt | Winslow, US

## GRAPHISOFT

Virtual Building Solutions

EcoDesigner de Graphisoft está disponible tanto para MAC como para Windows. Requerimientos de Software y Hardware son los mismos que para ArchiCAD.

Para más detalles, contacte con cualquiera de las oficinas de GRAPHISOFT o visite [www.graphisoft.com](http://www.graphisoft.com)

<p><b>Sede</b></p> <p>Graphisoft R&amp;D zrt.</p> <p>Teléfono: +36 (1) 437 3000</p> <p>Fax: +36 (1) 437 3099</p> <p>E-mail: <a href="mailto:mail@graphisoft.hu">mail@graphisoft.hu</a></p> <p>Web: <a href="http://www.graphisoft.com">www.graphisoft.com</a></p>	<p><b>Japón</b></p> <p>Graphisoft Japan KK.</p> <p>Teléfono: +81 (3) 55 45 3800</p> <p>Fax: +81 (3) 55 45 3804</p> <p>E-mail: <a href="mailto:mail@graphisoft.co.jp">mail@graphisoft.co.jp</a></p> <p>Web: <a href="http://www.graphisoft.co.jp">www.graphisoft.co.jp</a></p>	<p><b>España</b></p> <p>Graphisoft Spain, SL.</p> <p>Teléfono: +34 (91) 535 8750</p> <p>Fax: +34 (91) 535 8751</p> <p>E-mail: <a href="mailto:info@archicad.es">info@archicad.es</a></p> <p>Web: <a href="http://www.archicad.es">www.archicad.es</a></p>	<p><b>Reino Unido</b></p> <p>Graphisoft UK Ltd.</p> <p>Teléfono: +44 (1483) 263 150</p> <p>Fax: +44 (1483) 263 151</p> <p>E-mail: <a href="mailto:mail@graphisoft.co.uk">mail@graphisoft.co.uk</a></p> <p>Web: <a href="http://www.graphisoft.co.uk">www.graphisoft.co.uk</a></p>
<p><b>Alemania</b></p> <p>Graphisoft Deutschland GmbH.</p> <p>Teléfono: +49 (89) 746 430</p> <p>Fax: +49 (89) 746 43299</p> <p>E-mail: <a href="mailto:mail@graphisoft.de">mail@graphisoft.de</a></p> <p>Web: <a href="http://www.graphisoft.de">www.graphisoft.de</a></p>	<p><b>Rusia</b></p> <p>Graphisoft Representative Office</p> <p>Teléfono: +7 495 510 2503</p> <p>E-mail: <a href="mailto:russia@graphisoft.com">russia@graphisoft.com</a></p> <p>Web: <a href="http://www.graphisoft.ru">www.graphisoft.ru</a></p>	<p><b>Sureste asiático y China</b></p> <p>Graphisoft Representative Office</p> <p>Teléfono: +65 65632827</p> <p>Fax: +65 65632827</p> <p>E-mail: <a href="mailto:asia@graphisoft.com">asia@graphisoft.com</a></p>	<p><b>Estados Unidos</b></p> <p>Graphisoft U.S., Inc.</p> <p>Teléfono: +1 (617) 485 4203</p> <p>Fax: +1 (617) 485 4201</p> <p>E-mail: <a href="mailto:info@graphisoft.com">info@graphisoft.com</a></p> <p>Web: <a href="http://www.graphisoftus.com">www.graphisoftus.com</a></p>

GRAPHISOFT y ArchiCAD son marcas registradas de GRAPHISOFT. Otras marcas mencionadas son propiedad de sus respectivos propietarios.

Con los datos de las energías que tenemos en el país y los distintos estándares mundiales podemos comparar los gastos energéticos que se requieren para cada proyecto, es de llenar opciones con los datos para obtener resultados real. Este programa solo analiza resultados de consumo de energía, no es un análisis de la forma y orientación para influir en la iluminación y calefacción del proyecto.

Los ajustes del entorno o medio ambiente (foto 4.23) se ajustan a cada localidad y clima donde se emplazara, para nuestro medio no existe esto todavía, se calcula con otras herramientas digitales la localización exacta de las coordenadas del emplazamiento del proyecto (foto 4.24). El archivo con los datos del clima debe incluir temperatura, humedad relativa, radiación solar, velocidad y dirección del viento, para la ciudad de Cuenca no existe este archivo, con medios digitales se edito el archivo de la ciudad de Quito por ser el más parecido y cercano para que funcione en el programa. Se añaden datos del terreno y sus alrededores. Se configura la rosa de los vientos con la protección del edificio para el viento (foto 4.25) y la protección solar del entorno de la edificación.

### Environment Settings

**Location and Climate:**

2° 54' 47" S, 78° 59' 48" W Project Location...

☒ IWE file: ECU\_Quito.840710\_IWE Climate Data...

**Grade Level:** to Project Zero

☒ Offset distance: 0,00

☐ Modeled by Mesh elements

**Soil Type:** Gravel

Thermal Conductivity	1.400	W/mK
Density	2200.00	kg/m <sup>3</sup>
Heat Capacity	1900.00	J/kgK

**Surroundings:** Garden

Wind Protection...

External Shading...

Cancel OK

4.23 Ajustes del entorno (Environment Settings): Locación y clima (Location and Climate).

### Project Location

**Project Name:** Tesis, Edificio SN Edit...

**Site Address:** Cuenca, Azuay, Ecuador Edit...

**Latitude:** 2° 54' 47.0000" S Cities...

**Longitude:** 78° 59' 48.0000" W Import...

**Altitude:** 2581,00 m Export...

**Time Zone (UTC):** -5 hr 0 min

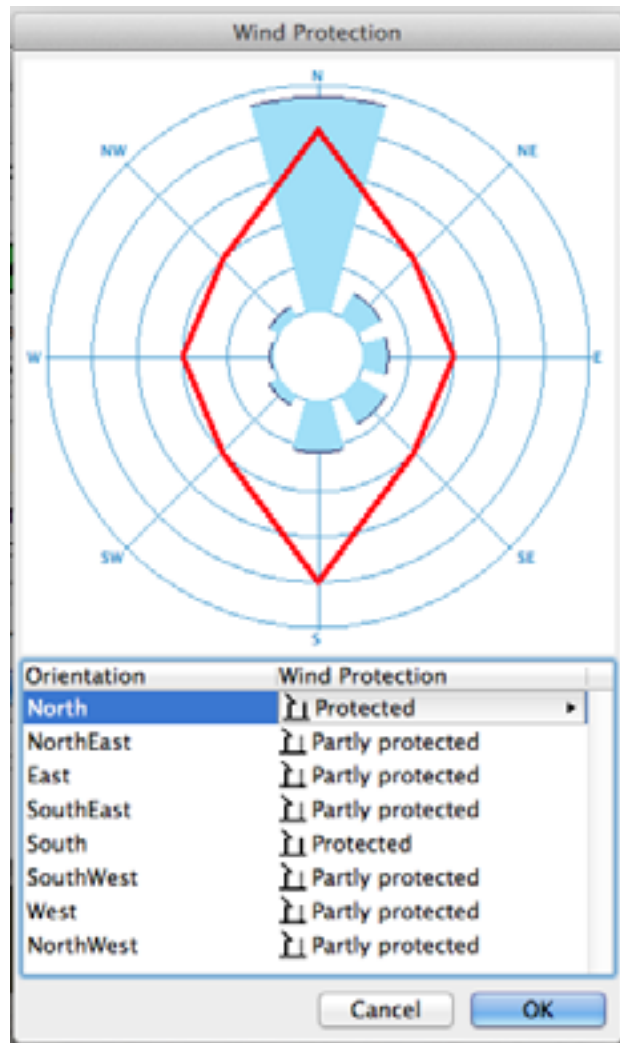
**Project North:** 170,00°

Show in Google Maps...

Cancel OK

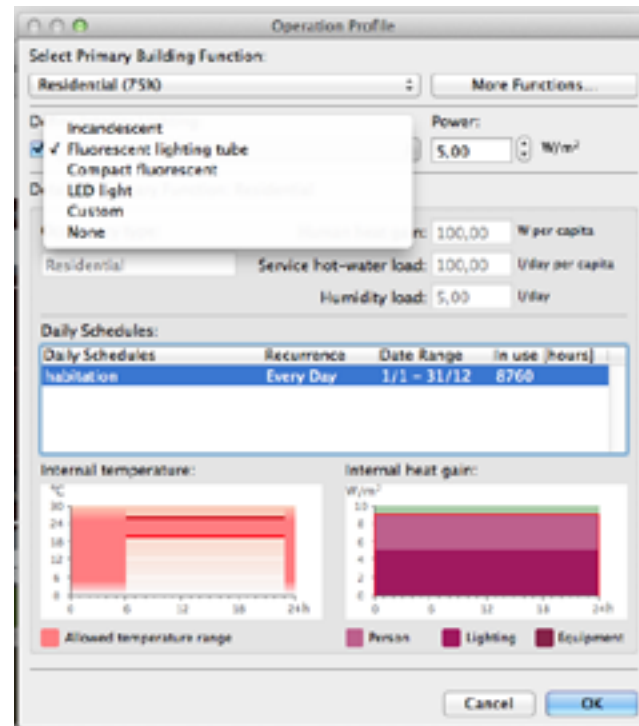
Note: Change of Project Location will affect the Sun position accordingly. Open Sun dialog to change Sun position.

4.24 Localización del proyecto (Project Location).



4.25 Protección de vientos (Wind Protection).

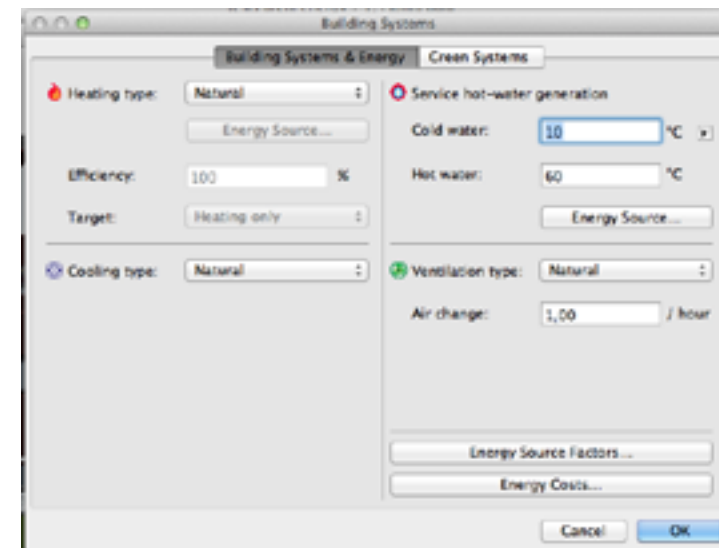
Existe la configuración para la ocupación del edificio (foto 4.26) donde se determina su uso, iluminación interior a utilizar, tipos de ocupación donde se establecen los rangos de iluminación, agua caliente y humedad necesarios. Es importante el tipo de iluminación que depende del tipo de focos a utilizar.



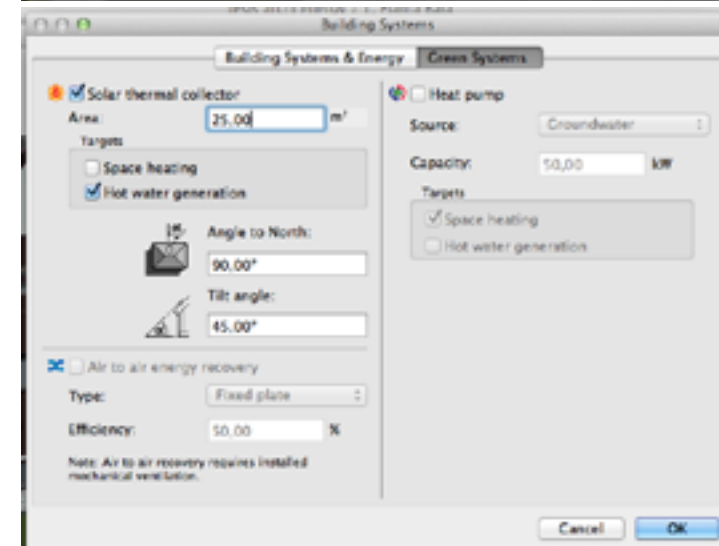
4.26 Ocupación del edificio (Operation Profile): Función del edificio (Building Function), Cronograma diario (Daily Schedules), Temperatura interna (Internal temperature).

Los sistemas a utilizar en el edificio influyen directamente en la energía que se requiere, los sistemas y energía (foto 4.27) son las fuentes que de donde va a provenir esta para la calefacción, refrigeración, servicio de agua caliente y frío y tipo de ventilación. Es necesario saber de donde proviene la energía y electricidad que se utilizara al igual que los costos que representa cada una. Los sistemas de energía verde (foto 4.28) se configuran según la energía del sol

que puede ser utilizada para calefacción o agua caliente, regeneración de aire y bombeo del agua.



4.27 Sistemas de energía en el edificio (Building Systems), Tipo de calefacción (Heating type), Sistema de refrigeración (Cooling type), Generación del servicio de agua caliente (Service hot-water generation).



4.28 Sistemas verdes de energía: Colectores térmicos solares (Solar thermal collector).

Con la configuración de los datos se revisa el modelo de energía donde aparecen las distintas estructuras (foto 4.29) que componen al proyecto (losas, paredes, etc.), muestra de cada una de ellas la orientación, categoría, tipo, material,

área, la unidad del valor de transmisión de energía, entre otros. Se analizan todas las aperturas (foto 4.30) existentes que están darán la iluminación y ventilación natural, esta herramienta considera a ventanas, puertas y vanos.



Energy Model Review - Structures

Orientation	Category	Type	Complexity	Name	Correction	Area	Thick	U-value [W/m <sup>2</sup> K]	Infiltration [l/s/m <sup>2</sup> ]	Surface
Bottom	External	Slab		concrete floor...	0,00	3738,52	0,24	1,80	Average (1,10)	Plaster - Dark
Underground	Floor (b...	Slab		concrete floor...	0,00	1679,26	0,24	1,80	-----	-----
West	External	Wall	Straight	brick plaster...	0,00	654,82	0,13	2,72	Average (1,10)	Stone - Medium
Bottom	External	Wall	Straight	brick plaster...	0,00	13,07	0,13	4,62	Average (1,10)	Concrete
South	External	Wall	Straight	brick plaster...	0,00	269,82	0,13	2,72	Average (1,10)	Brick - Medium
East	External	Wall	Straight	brick plaster...	0,00	765,10	0,13	2,72	Average (1,10)	Stone - Medium
North	External	Wall	Straight	brick plaster...	0,00	453,44	0,13	2,72	Average (1,10)	Brick - Medium
NorthEast	External	Wall	Straight	brick plaster...	0,00	0,81	0,13	2,72	Average (1,10)	Brick - Dark
Underground	Underg...	Wall	Straight	brick plaster...	0,00	11,77	0,13	2,99	-----	-----
Underground	Underg...	Wall	Straight	brick plaster...	0,00	1,18	0,13	2,99	-----	-----
Upward	External	Wall	Straight	brick plaster...	0,00	21,69	0,13	2,83	Average (1,10)	Plaster - Dark
Underground	Underg...	Wall	Straight	brick plaster...	0,00	11,77	0,13	2,99	-----	-----
Inner	Internal	Wall	Straight	brick plaster...	0,00	662,38	0,13	4,62	-----	-----
East	External	Roof		Structural Co...	0,00	0,86	0,55	4,18	Average (1,10)	Plaster - Dark

Area threshold: 0,00 m<sup>2</sup>

Start Energy Simulation

4.29 Revisión del modelo energético, estructuras, son las estructuras que delimitan el área para el proyecto según su dimensionamiento, materiales y factores térmicos, se incluye paredes y losas.

Energy Model Review - Openings

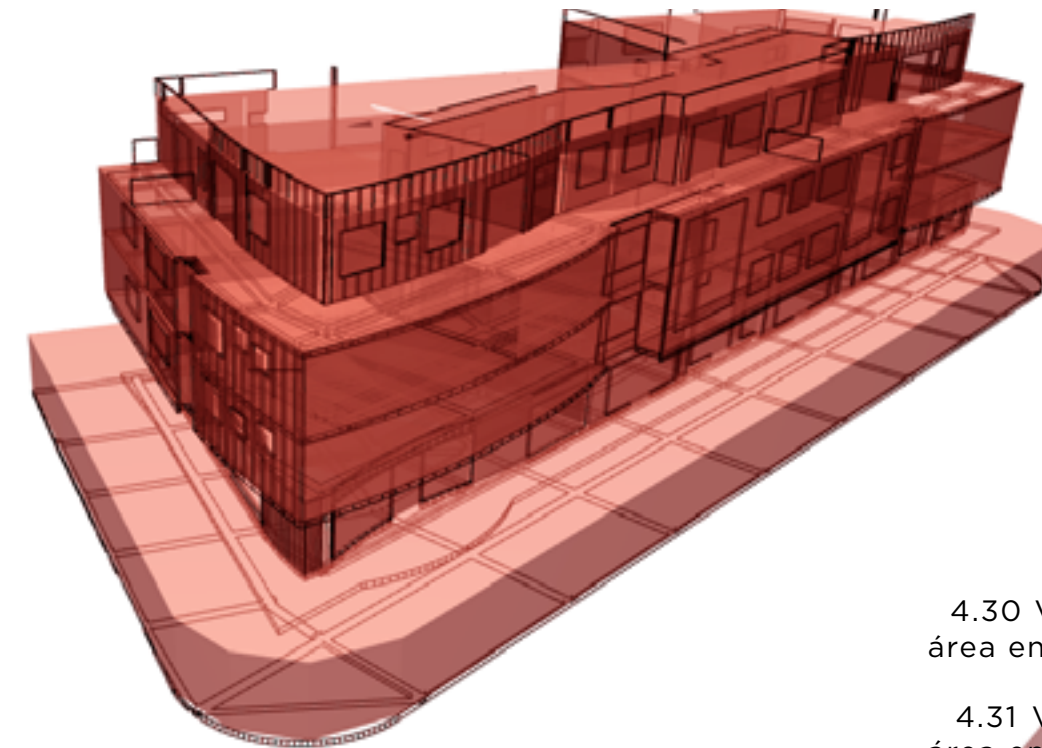
Orientation	Type	Glazed	Glazin	TSTN	OSTN	Opacu	Opacu	Opacu	Overall	Pa-wal	Shadin	Vertica	Horizo	Infiltra
West	Win...	1,07	2,80	82,00	69,00	0,55	2,11	5,40	3,17	0,18	None	Not...	Not...	1,43
West	Win...	1,84	2,80	82,00	69,00	0,56	2,11	6,40	3,12	0,18	None	Not...	Not...	1,43
West	Win...	9,92	2,80	82,00	69,00	2,23	2,11	25,20	3,05	0,18	None	Not...	Not...	1,43
West	Win...	3,05	2,80	82,00	69,00	0,73	2,11	7,80	3,04	0,18	None	Not...	Not...	1,43
West	Win...	3,92	2,80	82,00	69,00	1,18	2,11	12,80	3,09	0,18	None	Not...	Not...	1,43
West	Win...	0,29	2,80	82,00	69,00	0,25	2,11	3,00	3,48	0,18	None	Not...	Not...	1,43
West	Win...	1,24	2,80	82,00	69,00	0,56	2,11	7,20	3,30	0,18	None	Not...	Not...	1,43
West	Win...	8,09	2,80	82,00	69,00	1,63	2,11	18,00	3,02	0,18	None	Not...	Not...	1,43
West	Win...	1,94	2,80	82,00	69,00	0,58	2,11	6,60	3,11	0,18	None	Not...	Not...	1,43
West	Win...	1,15	2,80	82,00	69,00	0,50	2,11	5,20	3,16	0,18	None	Not...	Not...	1,43
West	Win...	2,39	2,80	82,00	69,00	0,67	2,11	7,00	3,06	0,18	None	Not...	Not...	1,43
South	Win...	4,39	2,80	82,00	69,00	1,22	2,11	13,21	3,08	0,18	None	Not...	Not...	1,43
South	Win...	2,85	2,80	82,00	69,00	1,47	2,11	16,81	3,26	0,18	None	Not...	Not...	1,43
South	Win...	6,75	2,80	82,00	69,00	1,65	2,11	17,60	3,04	0,18	None	Not...	Not...	1,43
South	Win...	2,34	2,80	82,00	69,00	1,10	2,11	12,60	3,27	0,18	None	Not...	Not...	1,43
South	Win...	6,00	2,80	82,00	69,00	1,02	2,11	10,60	2,97	0,18	None	Not...	Not...	1,43
South	Win...	4,53	2,80	82,00	69,00	0,93	2,11	9,40	2,99	0,18	None	Not...	Not...	1,43

Total area threshold: 0,00 m<sup>2</sup>

Start Energy Simulation

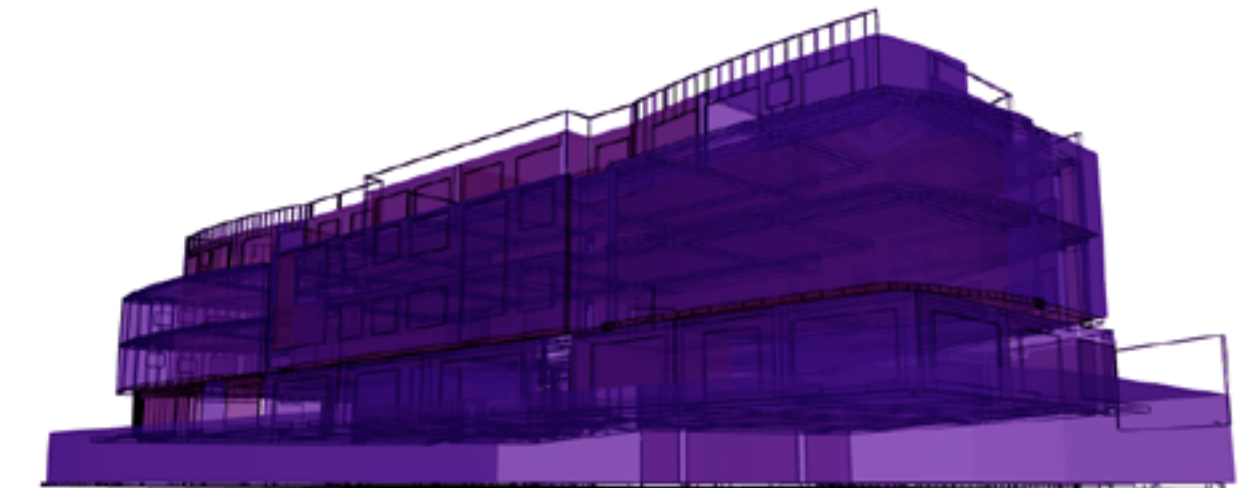
4.30 Revisión del modelo energético, aperturas, ubicación de las ventanas y puertas según su orientación para determinar la ventilación y radiación que entra en el edificio.

Modelos que serán revisado según su ocupación espacial (volumen) (volumen 1 y 2):



4.30 Volumen del área energética 1.

4.31 Volumen del área energética 2.



Realizado todo esto se realiza la simulación de energía para ver los resultados obtenidos.

En el primer análisis (T1) se ocuparon focos incandescentes y agua caliente de producción a gas. En el segundo análisis se configuro con focos Led, y paneles térmicos para producir agua caliente.

## T1 Evaluación del modelo #1.




## Energy Performance Evaluation

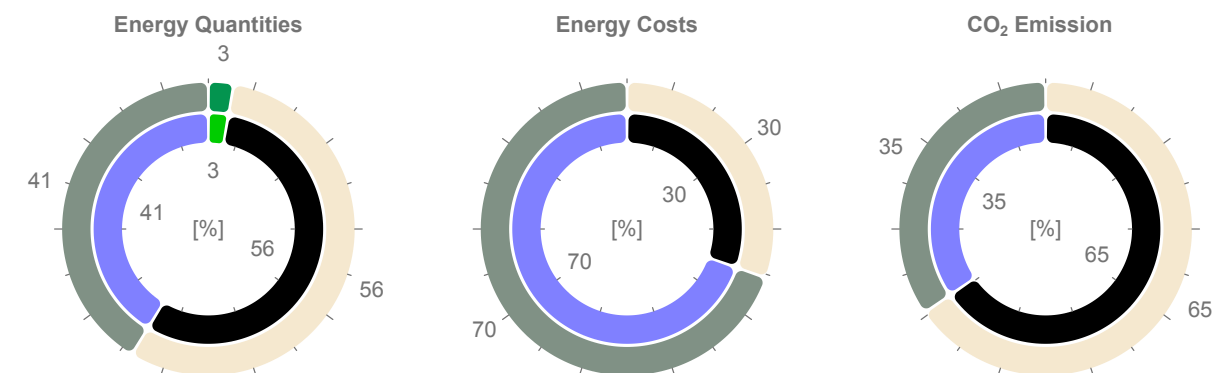
[T1] Tesis, Edificio SN

## Key Values

General Project Data			Heat Transfer Coefficients		
Location:	Cuenca		Building Shell Average:	U value	[W/m²K]
Primary Operation Profile:	Residential (75%)		Floors:	3.80 - 3.80	
Evaluation Date:	19/06/13 12:28		External:	2.72 - 4.62	
			Underground:	2.99 - 2.99	
			Openings:	2.68 - 3.48	
Building Geometry Data			Specific Annual Demands		
Gross Floor Area:	5595,30	m²	Net Heating Energy:	4.85	kWh/m²a
Building Shell Area:	6289,76	m²	Net Cooling Energy:	0.00	kWh/m²a
Ventilated Volume:	17546,51	m³	Total Net Energy:	4.85	kWh/m²a
Glazing Ratio:	5	%			
Building Shell Performance Data					
Air Leakage:	1.44	ACH	Energy Consumption:	174.96	kWh/m²a
Outer Heat Capacity:	27.55	J/m²K	Fuel Consumption:	170.11	kWh/m²a
			Primary Energy:	324.33	kWh/m²a
			Operation Cost:	8.30	USD/m²a
			CO₂ Emission:	32.35	kg/m²a

## Energy Consumption by Sources

Energy				CO <sub>2</sub> Emission	
Source Type		Source Name	Quantity kWh/a	Cost USD/a	kg/a
Renewable		Environment	26584	NA	0
Fossil		Natural Gas	536830	13822	115955
Secondary		Electricity	395965	31677	61414
Total:			959379	45499	177369*




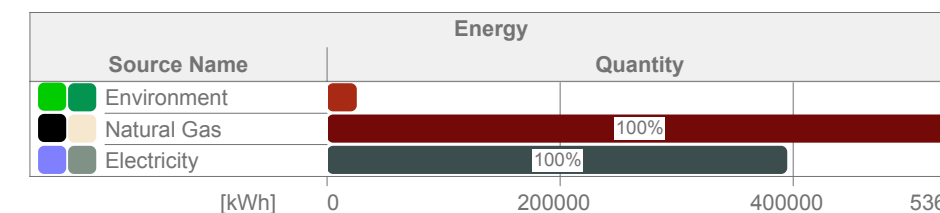
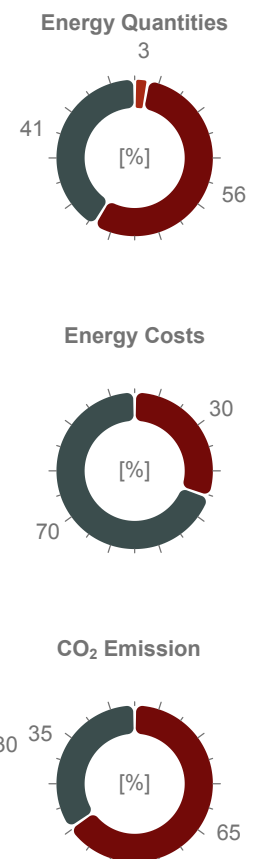
\* This amount of CO<sub>2</sub> is absorbed in one year by 0.9 hectares (roughly equivalent to 1.6 football fields) of tropical forest.

## Energy Performance Evaluation

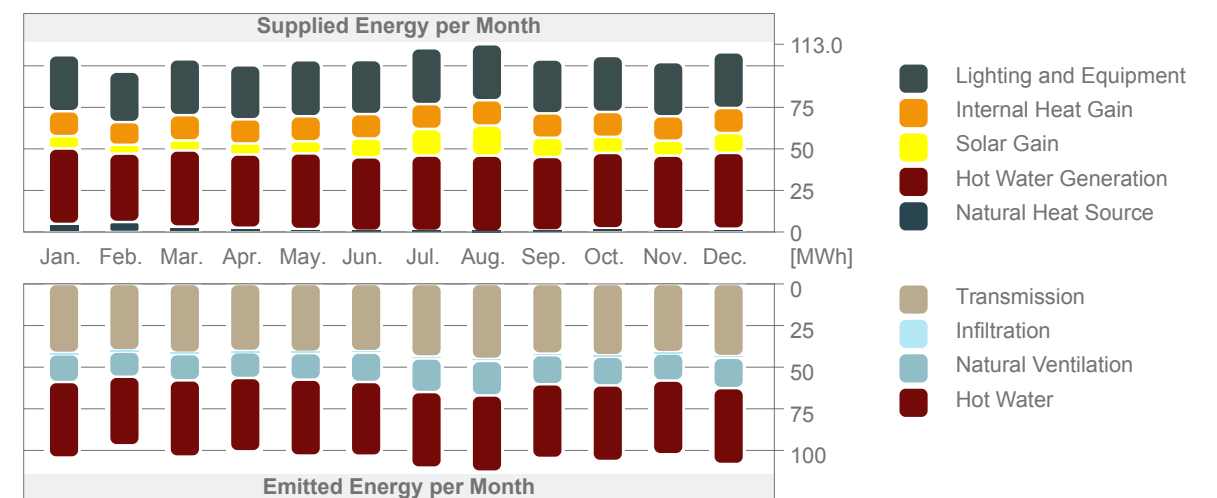
[T1] Tesis, Edificio SN

## Energy Consumption by Targets

Target Name		Energy Quantity kWh/a	Cost USD/a	Primary kWh/a	CO <sub>2</sub> Emission kg/a
 Heating	26584	0	0	0	
 Cooling	0	0	0	0	
 Hot Water Generation	536830	13822	590513	115955	
 Ventilation Fans	0	0	0	0	
 Lighting & Appliances	395965	31677	1187895	61414	
Total:	959379	45499	1778409	177369	



## Monthly Energy Balance





T2 Evaluación del modelo #2.

Energy Performance Evaluation

[T2] Tesis, Edificio SN

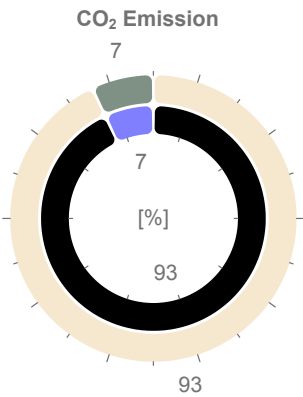
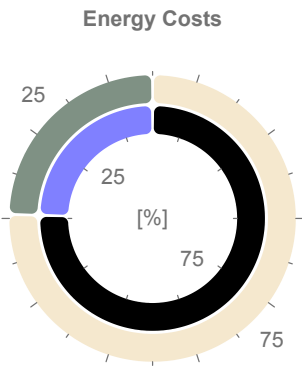
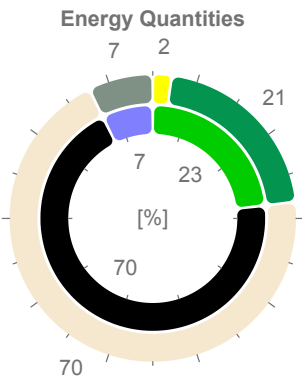
Key Values

General Project Data		Heat Transfer Coefficients		U value	[W/m²K]
Location:	Cuenca	Building Shell Average:	3.39		
Primary Operation Profile:	Residential (75%)	Floors:	3.80 - 3.80		
Evaluation Date:	19/06/13 12:32	External:	2.72 - 4.62		
		Underground:	2.99 - 2.99		
		Openings:	2.68 - 3.48		
Building Geometry Data		Specific Annual Demands			
Gross Floor Area:	5595,30 m²	Net Heating Energy:	28.74	kWh/m²a	
Building Shell Area:	6289,76 m²	Net Cooling Energy:	0.00	kWh/m²a	
Ventilated Volume:	17546,51 m³	Total Net Energy:	28.74	kWh/m²a	
Glazing Ratio:	5 %				
Building Shell Performance Data		Energy Consumption:	136.44	kWh/m²a	
Air Leakage:	1.44 ACH	Fuel Consumption:	104.84	kWh/m²a	
Outer Heat Capacity:	27.55 J/m²K	Primary Energy:	134.21	kWh/m²a	
		Operation Cost:	3.24	USD/m²a	
		CO₂ Emission:	22.04	kg/m²a	

Energy Consumption by Sources

Source Type	Energy		CO₂ Emission
	Source Name	Quantity kWh/a	Cost USD/a
Renewable	Solar Collector	15676	NA
	Environment	157615	
Fossil	Natural Gas	520370	13398
Secondary	Electricity	54504	4360
Total:		748166	17759

			kg/a
			0
			0
			112399
			8453
			120853*



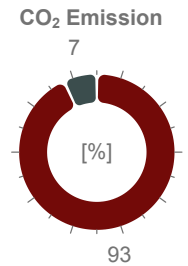
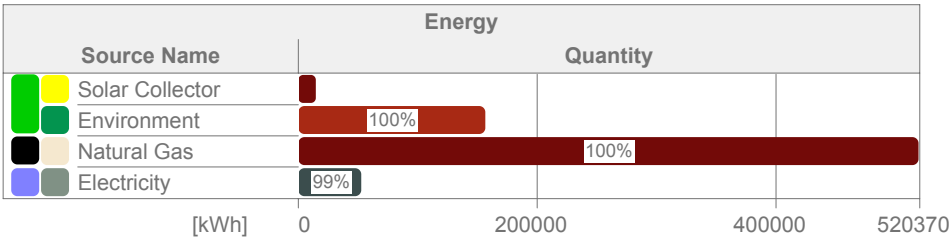
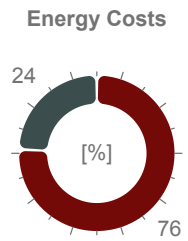
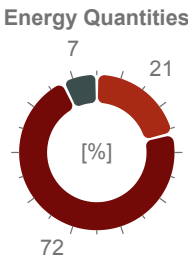
\* This amount of CO₂ is absorbed in one year by 0.6 hectares (roughly equivalent to 1.1 football fields) of tropical forest.

Energy Performance Evaluation

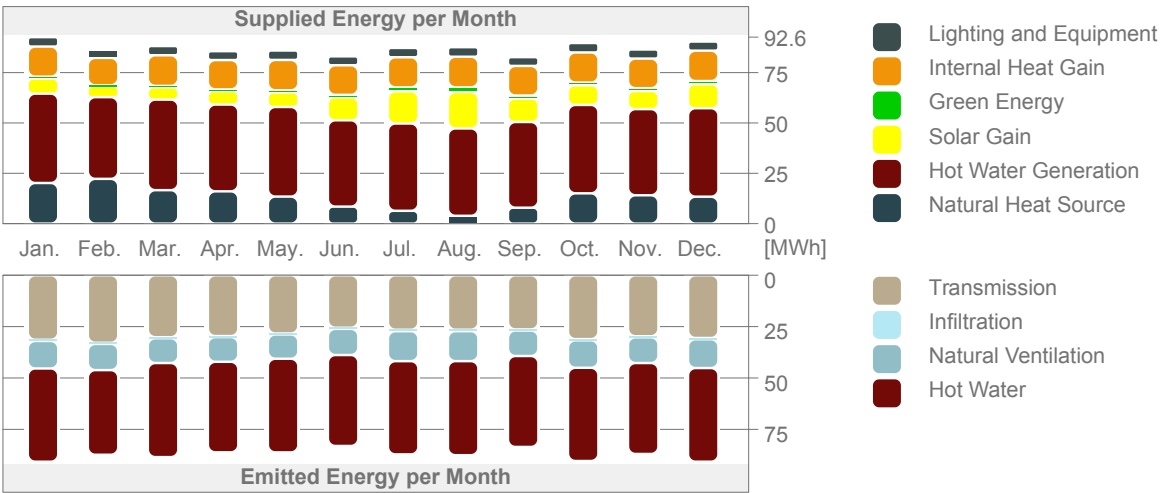
[T2] Tesis, Edificio SN

Energy Consumption by Targets

Target Name	Energy Quantity kWh/a	Cost USD/a	Primary kWh/a	CO₂ Emission kg/a
Heating	157615	0	0	0
Cooling	0	0	0	0
Hot Water Generation	536830	13461	574758	112521
Ventilation Fans	0	0	0	0
Lighting & Appliances	53720	4297	161162	8332
Total:	748166	17759	735921	120853



Monthly Energy Balance



4.4 Resultados

Los resultados obtenidos para la eficiencia energética se analizaron por dos maneras diferentes, la primera a través de medios digitales y la segunda con análisis de consumos. El edificio es el mismo para los cálculos, no cambia su diseño solo cambian los tipos de energía que se utilizaran. Los resultados obtenidos por medios digitales solo analizan consumos de energía y no parámetros de confort dentro de la edificación, tampoco la influencia de la iluminación y calefacción según la forma y orientación del proyecto.

Los medios digitales son más precisos y calculan varios aspectos del proyecto pero se basan en estadísticas mundiales de consumos para cada uno de una edificación. Se comparo dos análisis diferentes, el primero (T1) utiliza focos incandescentes y gas para calentar el agua, el segundo (T2) utiliza luces Led y paneles solares térmicos para calentar el agua. Los resultados son anuales:

Specific Annual Demands		
Net Heating Energy:	4.85	kWh/m²a
Net Cooling Energy:	0.00	kWh/m²a
Total Net Energy:	4.85	kWh/m²a
Energy Consumption:	174.96	kWh/m²a
Fuel Consumption:	170.11	kWh/m²a
Primary Energy:	324.33	kWh/m²a
Operation Cost:	8.30	USD/m²a
CO <sub>2</sub> Emission:	32.35	kg/m²a

• Valores claves. Demanda anual de energía.

(Key Values, Specific Annual Demands.)

4.32 T1, Demanda anual de energía (Specific annaul Demands): Red de energía para la calefacción (Net Heating Energy), Red de energía para refrigeración (Net Cooling Energy). Energía total para la red (Total Net Energy), Consumo de energía (Energy Consumption). Consumo de combustibles (Fuel Consumption), Energía primaria (Primary Energy), Costos de operación (Operation Cost). Emisiones de CO<sub>2</sub>).

Specific Annual Demands		
Net Heating Energy:	28.74	kWh/m²a
Net Cooling Energy:	0.00	kWh/m²a
Total Net Energy:	28.74	kWh/m²a
Energy Consumption:	136.44	kWh/m²a
Fuel Consumption:	104.84	kWh/m²a
Primary Energy:	134.21	kWh/m²a
Operation Cost:	3.24	USD/m²a
CO <sub>2</sub> Emission:	22.04	kg/m²a

La red de energía caliente (Net Heating Energy) mejora al utilizar paneles térmicos solares para calentar el agua y a su vez esta ayuda en la calefacción del edificio, mejora de un 4.85 kWh/m²a a un 28.74 kWh/m²a.

La energía total que consume el edificio (Energy Consumption) va a bajar al ser un proyecto sostenible, en el primer caso se consume 174.96 kWh/m²a y en el segundo 136.44 kWh/m²a, esto es debido a que se va a necesitar menos energía para calentar el agua y electricidad para la iluminación.

El consumo de combustible (Fuel Consumption) se debe a que varias plantas de producción de energía utilizan diesel, al necesitar menos energía eléctrica este consumo baja de 170.11 kWh/m²a a 104.84 kWh/m²a.

4.33 T2, Demanda anual de energía (Specific annaul Demands): Red de energía para la calefacción (Net Heating Energy), Red de energía para refrigeración (Net Cooling Energy). Energía total para la red (Total Net Energy), Consumo de energía (Energy Consumption). Consumo de combustibles (Fuel Consumption), Energía primaria (Primary Energy), Costos de operación (Operation Cost). Emisiones de CO<sub>2</sub>).

La energía primaria (Primary Energy) es la que se obtiene directamente de la naturaleza como la solar, hidráulica, eólica, geotérmica, biomasa, petróleo, gas natural o carbón. El edificio al necesitar menos energía esta baja de 324.33 kWh/m²a a 134.21 kWh/m²a, esto es más de la mitad.

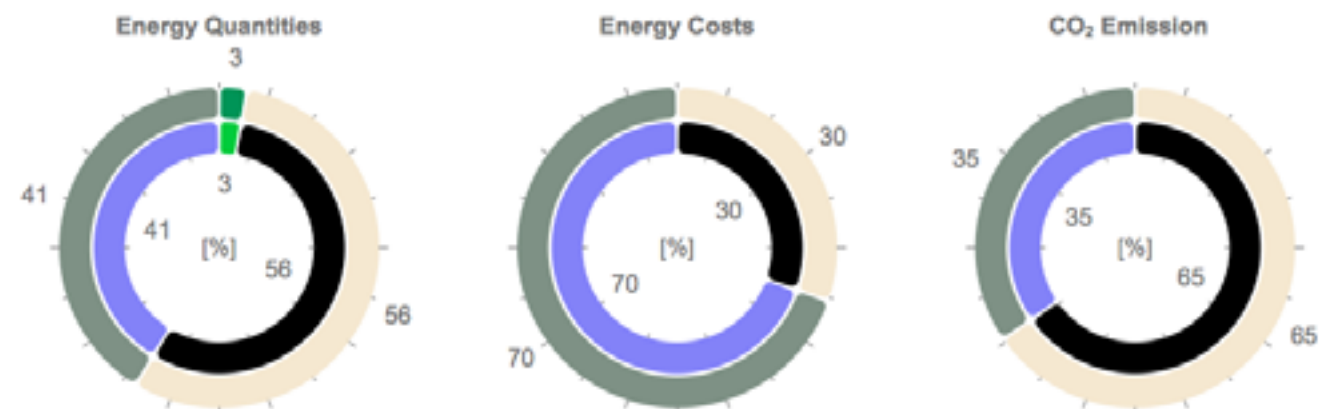
Si toda la energía baja de consumo los costos operativos (Operation Cost) del edificio por m² bajan notablemente de 8.30 USD/m²a a 3.24 USD/m²a.

Por lo tanto uno de los factores más importantes en la arquitectura sostenible el mermar el impacto que tenemos hacia el medio ambiente y esto lo logramos al producir menos emisiones de CO<sub>2</sub> (CO<sub>2</sub> Emission), 22.04 kg/m²a contra 32.35 kg/m²a.



Consumo de energía por  
fuente  
(Energy Consumption by Sources)

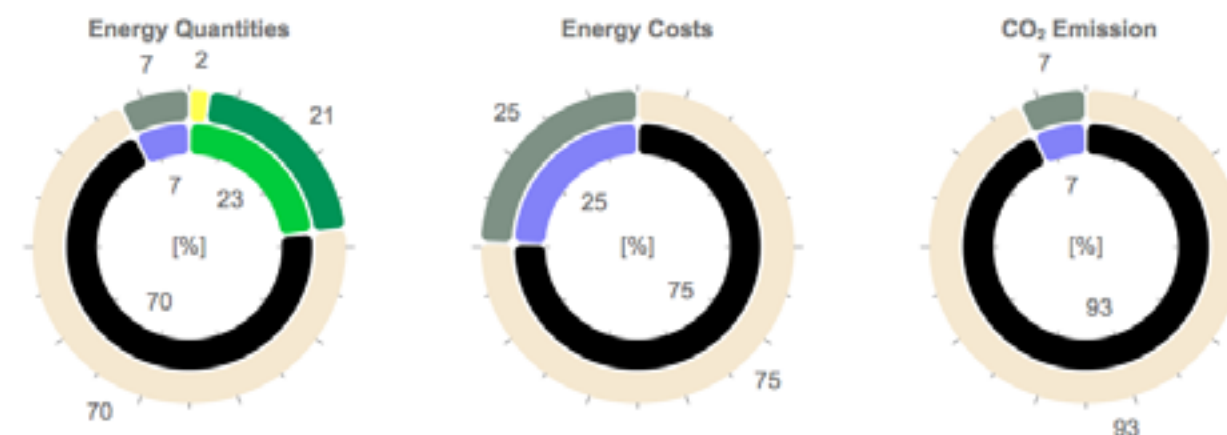
Source Type	Energy			CO <sub>2</sub> Emission kg/a
	Source Name	Quantity kWh/a	Cost USD/a	
Renewable	Environment	26584	NA	0
Fossil	Natural Gas	536830	13822	115955
Secondary	Electricity	395965	31677	61414
Total:		959379	45499	177369*



\* This amount of CO<sub>2</sub> is absorbed in one year by 0.9 hectares (roughly equivalent to 1.6 football fields) of tropical forest.

4.34 T1, Consumo de energía (Energy): Tipo de fuente (Source type), renovable (Renewable), fósil (Fossil), secundaria (Secondary); Nombre de la fuente (Source Name), colector solar (Solar Collector), medio ambiente (Environment), gas natural (Natural gas), electricidad (Electricity); Cantidad (Quantity); Costo (Cost); Emisiones de CO<sub>2</sub> (CO<sub>2</sub> Emission).

Source Type	Energy			CO <sub>2</sub> Emission kg/a
	Source Name	Quantity kWh/a	Cost USD/a	
Renewable	Solar Collector	15676	NA	0
Renewable	Environment	157615		0
Fossil	Natural Gas	520370	13398	112399
Secondary	Electricity	54504	4360	8453
Total:		748166	17759	120853*

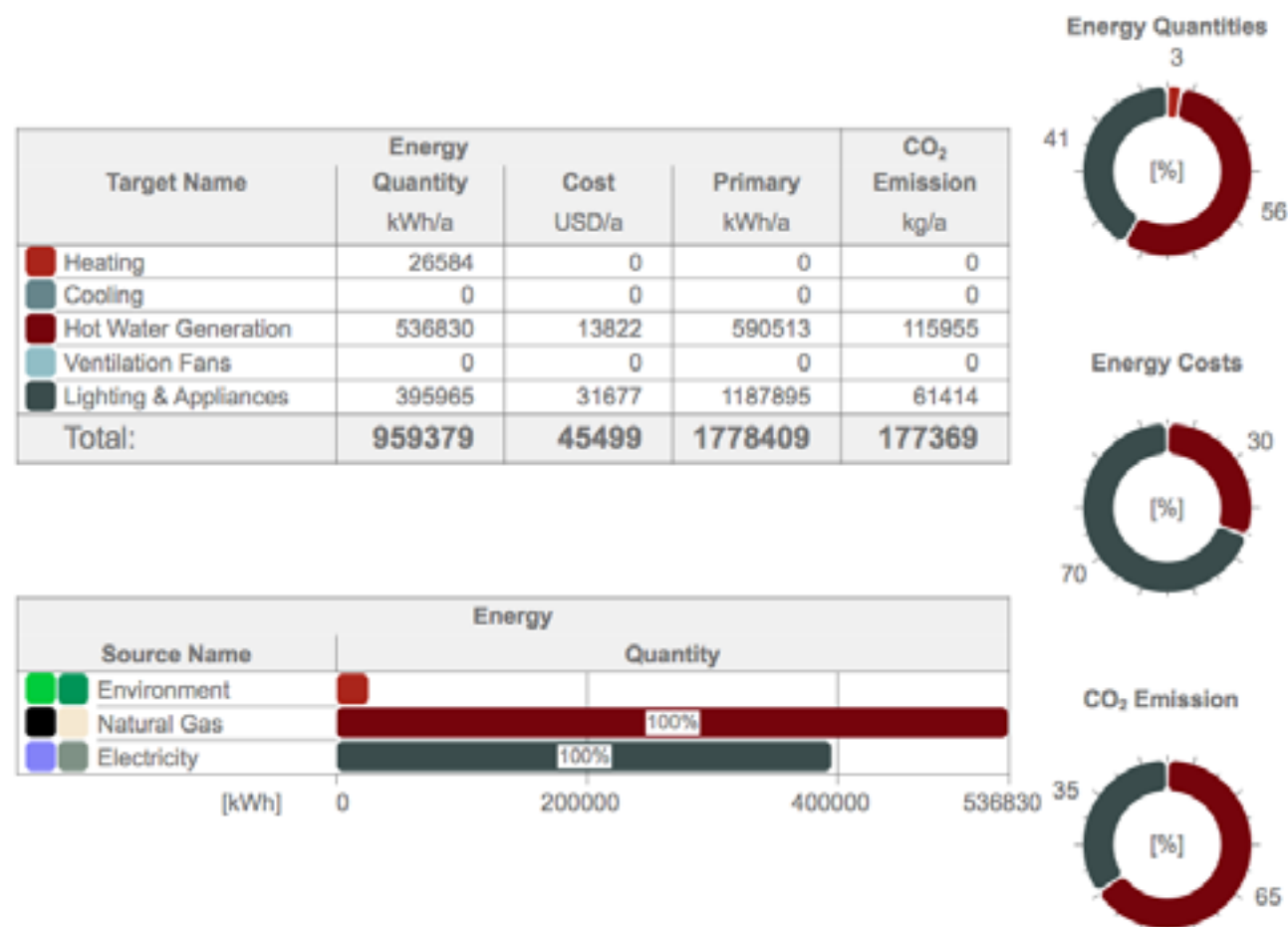


\* This amount of CO<sub>2</sub> is absorbed in one year by 0.6 hectares (roughly equivalent to 1.1 football fields) of tropical forest.

4.35 T2, Consumo de energía (Energy): Tipo de fuente (Source type), renovable (Renewable), fósil (Fossil), secundaria (Secondary); Nombre de la fuente (Source Name), colector solar (Solar Collector), medio ambiente (Environment), gas natural (Natural gas), electricidad (Electricity); Cantidad (Quantity); Costo (Cost); Emisiones de CO<sub>2</sub> (CO<sub>2</sub> Emission).

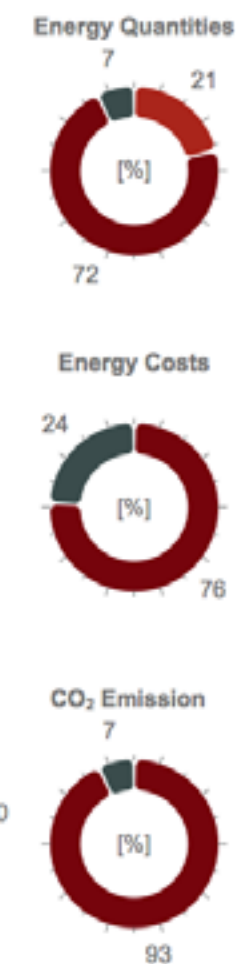
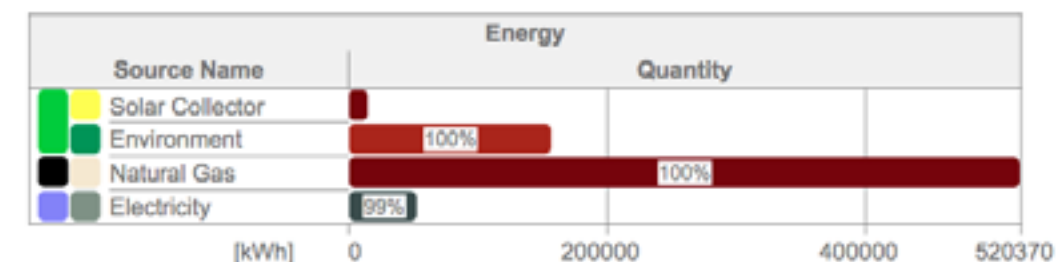
En el proyecto sostenible encontramos fuentes de energía renovables (Renewable), la producción de la energía eléctrica en un 51% del país proviene de estas fuentes, la mayoría de la energía hidráulica, el edificio producirá 15676 kWh/a con los colectores solares siendo una energía gratis y limpia que no produce emisiones de CO<sub>2</sub>. Los costos de energía utilizada bajan de 31677 USDh/a 4360 USDh/a y también las emisiones de CO<sub>2</sub> de 177369 kg/a a 120853 kh/a.

• Consumo de energía por objetivos  
 (Energy Consumption by Targets)



4.36 T1, Objetivos de consumo (Target Name): calefacción (Heating), refrigeración (Cooling), generación de agua caliente (Hot Water Generation), Luz y aplicaciones (Lighting & Appliances); Cantidad de energía (Energy Quantity); Costo (Cost); Primaria (Primary), Emisiones de CO<sub>2</sub> (CO<sub>2</sub> Emission).

Target Name	Energy Quantity kWh/a	Cost USD/a	Primary kWh/a	CO <sub>2</sub> Emission kg/a
Heating	157615	0	0	0
Cooling	0	0	0	0
Hot Water Generation	536830	13461	574758	112521
Ventilation Fans	0	0	0	0
Lighting & Appliances	53720	4297	161162	8332
Total:	748166	17759	735921	120853

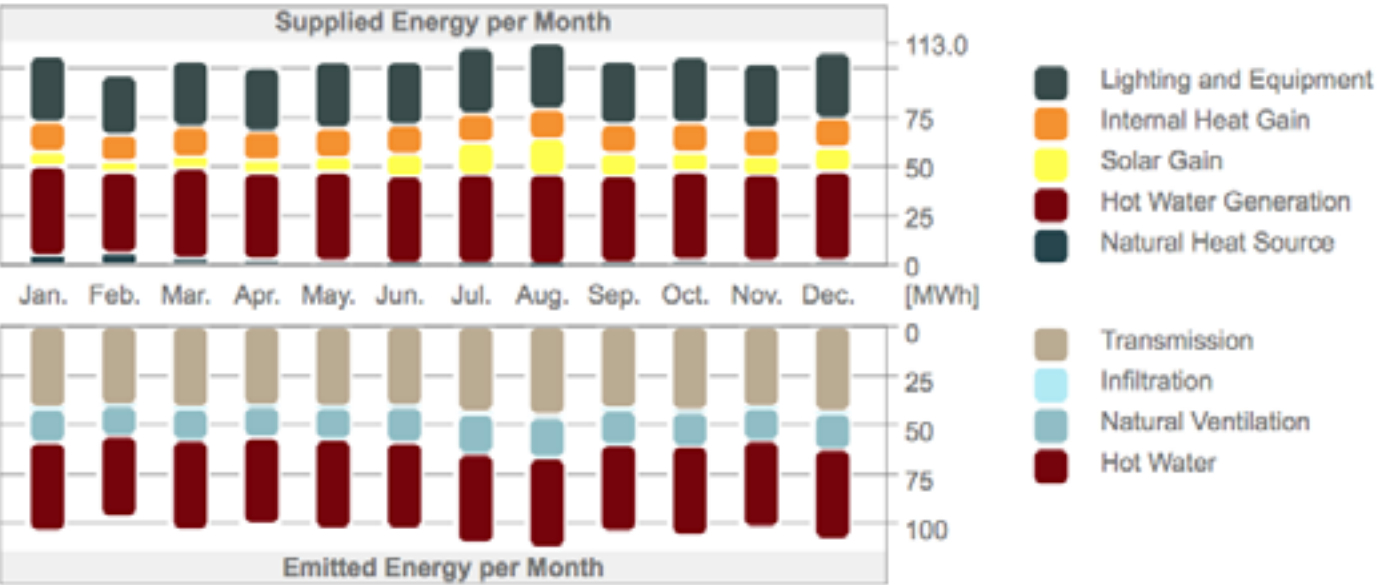


En el edificio las cantidades de energía se disponen para calentar el agua en un 56%, electricidad en un 41% y calefacción en un 3%, en cambio en el edificio sostenible estas energías sirven para generar agua caliente en un 72%, calefacción en un 21% y electricidad en un 7%. El edificio consume menos energía y a sus ves se vuelve más confortable al tener calefacción para el clima frío de la ciudad. Se añade confort para los usuarios y con un menor consumo de electricidad y una menor producción de kilogramos de CO<sub>2</sub> anuales.

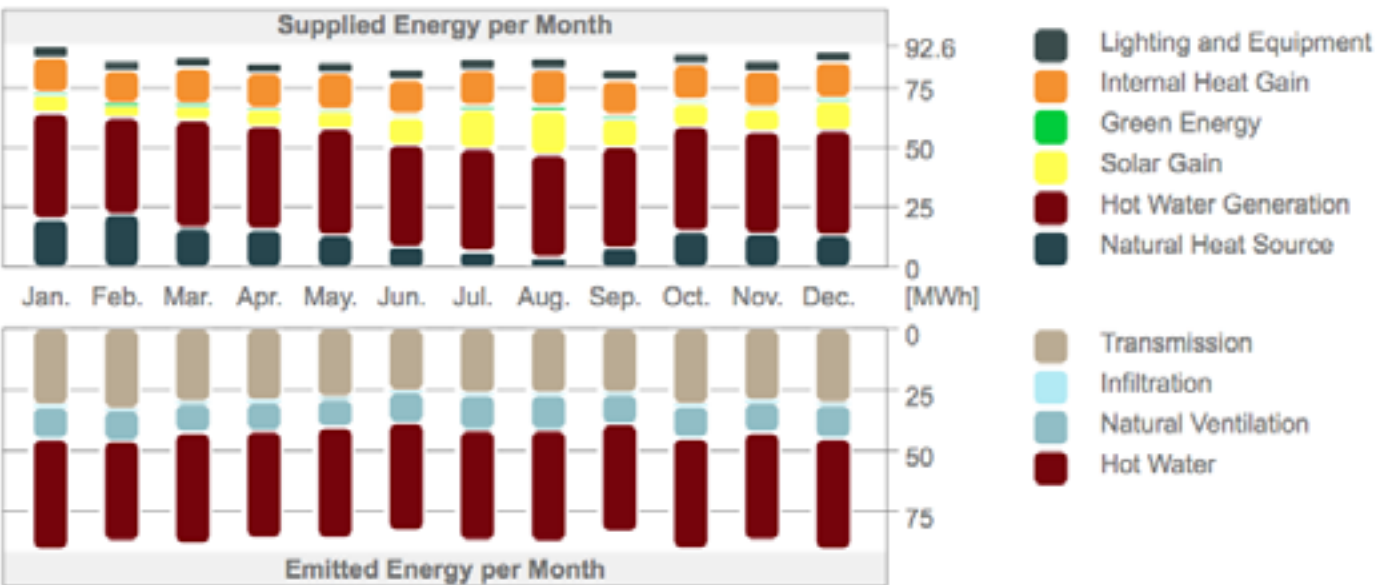


Balance mensual de energía

(Monthly Energy Balance)



4.38 T1, Energía suministrada por mes (Supplied Energy per Month): Luz y equipamientos (Lighting and Equipment), Ganancia de calor interno (Internal heat Gain), Ganancia Solar (Solar Gain), Generación de agua caliente (Hot Water Generation), Fuente de calor natural (Natural heat Source); Transmisión (Transmission), Infiltración (Infiltration), Ventilación natural (Natural Ventilation), Agua caliente (Hot Water).



4.39 T2, Energía suministrada por mes (Supplied Energy per Month): Luz y equipamientos (Lighting and Equipment), Ganancia de calor interno (Internal heat Gain), Ganancia Solar (Solar Gain), Generación de agua caliente (Hot Water Generation), Fuente de calor natural (Natural heat Source); Transmisión (Transmission), Infiltración (Infiltration), Ventilación natural (Natural Ventilation), Agua caliente (Hot Water).

Cada mes existen cambios en el clima por la temperatura, humedad relativa, radiación solar, velocidad y dirección del viento. Esto influye en la energía requerida para cada objetivo y producción de esta. En el edificio sostenible teneos más energías limpias y verdes que capta el edificio. En los meses entre junio y septiembre existe mayor ganancia solar y por lo tanto mayor energía verde, en estos meses la generación de agua caliente es más eficaz y por lo tanto los sistemas de calefacción.

Se analizan los consumos con datos promedios de la ciudad y del país para medir el menor consumo de energía que se necesita en la edificación. Influye en el gasto de electricidad y producción de agua caliente.

Se consume 200 litros por persona al día y estos se bajan a más de la mitad ahorrando un % del agua de la red pública. Los valores de 0 representan el agua subterránea recolectada, los valores azules son de duchas, lavabos y fregaderos

	Edificio normal	Edificio sostenible
actividad	litros	litros
Ducha	64	28.8
Descarga del inodoro	60	0
Lavado de ropa	24	0
Lavamanos y lavado de dientes	16	7.2
Lavado de platos	12	5.4
Jardinería	8	0
Aseo de casa	8	0
Comida y bebida	8	8
<b>total</b>	<b>200</b>	<b>49.4</b>

que utilicen menos agua al ser llaves con aireadores. Se baja el consumo de agua potable de la ciudad en un 75.3%. El costo del m<sup>3</sup> de agua es de \$0.20, los 200 litros diarios al mes cuestan \$1.20, y los 49.4 litros cuestan \$0.30 al mes por persona.

Para el agua caliente se utiliza sistemas solares térmicos, la inversión del sistema se paga en 4 años en

relación a un sistema tradicional, este también utiliza gas al tener un 80% de eficiencia. Con el sistema normal de caldero a cada persona consume al mes 7.79m<sup>3</sup> de gas que le cuesta \$1.87, con el sistema solar térmico se consumiría 1.55m<sup>3</sup> de gas con un costo de \$0.37. Esto es un ahorro del 80%.

La electricidad es mayormente consumida por la refrigeración en

un 40% y la iluminación en un 20%. El promedio de consumo en Cuenca es de 151.10 kWh con un costo de cuesta \$0.18 el KW. La refrigeradoras consumen 60.44kWhal mes y las nuevas refrigeradoras consumirían 36.44kWh. En la iluminación se consume 37.775kWh, con focos led se consume 5.67kWh. Entre estos dos el consumo pasa de 98.215 kWh a 42.11, disminuyen 56.105 kWh, el consumo promedio pasa a 94.995 kWh, el costo anterior mensual por familia es de \$27.20 ahora de \$17.10. En total un ahorro del 37.13%. En promedio de personas por familia en Cuenca es de 3.6, el consumo eléctrico por persona es de 41.97 kWh a un costo de \$7.56, el nuevo consumo eléctrico es de 26.38 kWh a un costo de \$4.75.

Antes no existían sistemas de climatización ahora en el proyecto si existe sin costo por el diseño solar pasivo y de distintos elementos que se crearon, con esto la edificación se vuelve confortable.

Con todos los sistemas de energías limpias utilizados más un adecuado diseño sostenible del edificio se logra que este sea eficiente en la utilización de energías. Para poder medir esto se basa en los parámetros utilizados según sus costos, estos parámetros son el agua potable, gas para calentar el agua y la electricidad. En el agua potable existe un ahorro del 75.3%, en el agua caliente un ahorro del gas del 80% y en la electricidad un ahorro del 37.13%, sumados esto representan por personas un costo mensual que va de \$10.63 a \$5.42, en total del ahorro del costo mensual por persona en energía es del 49%.

	Edificio normal		Edificio Sostenible		% ahorro
actividad	unidad	costo	unidad	costo	
Agua potable	200 li.	\$1.20	49.4 li.	\$0.30	75.3%
Gas para agua caliente	7.79m <sup>3</sup>	\$1.87	1.55m <sup>3</sup>	\$0.37	80%
Electricidad	41.97kWh	\$7.56	26.38kWh	\$4.75	37.13%
<b>total</b>		<b>\$10.63</b>		<b>\$5.42</b>	<b>49%</b>

Tabla resumen del consumo y ahorro energético al mes por persona:



## CONCLUSIÓN

La Arquitectura Sostenible es un tema extenso que sLa Arquitectura Sostenible es un tema extenso que se aplica en todos los procesos del diseño arquitectónico, su ejecución y luego, el uso del proyecto. Va junto a la vanguardia de la arquitectura y es el tema de mayor importancia de las ultimas tendencias arquitectónicas, no solo siendo una opción de aplicación sino un obligación para cada arquitecto ya que va de la mano con el medio ambiente ayudando a preservarlo, con un correcto diseño la arquitectura consumirá eficientemente las energías y por lo tanto se reducirán las emisiones de CO<sub>2</sub> y se ayudará a reducir el calentamiento global.

Al realizar un proyecto dentro de la ciudad la arquitectura sostenible es una obligación, la practica profesional complica la aplicación de los criterios pero son problemas que los arquitectos deben resolver al diseñar con los distintos problemas que se presenten, teniendo en cuenta la ordenanza y necesidades de los clientes se aplican los criterios adecuados resultando un proyecto eficiente.

Con la utilización de energías limpias,

el correcto aprovechamiento del sol y los distintos recursos que existen en nuestro medio, los ambientes obtienen mayor confort para los usuarios pero con un costo menor. Se ahorra agua, electricidad y gas obteniendo mejores resultados en las actividades que realizamos a diario con el objetivo de consumirlas menos, no solo ayudando al planeta sino también con un menor costo de vida brindando ambientes con un mejor confort, principalmente térmico, al ser Cuenca una ciudad fría. Es importante la concientización y el aprendizaje de los usuarios para mejores resultados y que todos los criterios utilizados en el diseño se puedan implementar.

El correcto diseño solar pasivo es el criterio principal para proyectar, este nos asegura una adecuada iluminación además de un correcto comportamiento térmico que necesitamos en la ciudad, una adecuada geometría solar en el momento del diseño nos asegura que los resultados sean los adecuados, por esto es importante tener presente la orientación y forma del proyecto junto con los elementos que se implementen para ayudarnos en ello. Es necesario un estudio de la geometría

solar en relación a los vanos existente para garantizar una adecuada penetración de los rayos solares, estos luego se transformarán en luz y calor.

Los medios digitales ayudan en el diseño de esta arquitectura al analizar el consumo energético, con estos análisis durante la realización del diseño del edificio se obtienen resultados para modificar distintos sistemas utilizados para alcanzar la eficiencia en la utilización de recursos. El Ecodisigner (programa utilizado) no ayudo en el diseño, es un software que mide el consumo de energías, este no ayudo durante la realización del edificio al no mostrar la iluminación, comportamiento térmico, utilización de materiales y otros parámetros dentro del proyecto mientras era diseñado como lo hacen otros software, no fue la ayuda que se buscaba al medir la eficiencia del anteproyecto.

El anteproyecto al aplicar los criterios, sistemas pasivos y programas de computación se obtuvo resultados con una eficiencia del 49% en la energía utilizada además de brindar confort para los usuarios, siendo un proyecto Sostenible.

## Bibliografía

### C1

#### Libros

- BARRERA CRESPO, Oswaldo. Introducción a una Arquitectura Bioclimática para los Andes Ecuatoriales. (Tesis de Máster). Barcelona - España, Universidad Politécnica de Cataluña, 2005.
- HERNÁNDEZ PEZZI, Carlos. Un Vitrubio ecológico, Principios y práctica del proyecto arquitectónico sostenible. Barcelona - España, Gustavo Gili, 2007.
- EDWARDS, Brian. Guía básica de la sostenibilidad. Barcelona - España, Gustavo Gili, 2005 (2.ª ed., 2009).
- CORDERO ORTIZ, Esteban. ORDOÑEZ AMOROSO, Jhonatan. Soluciones Bioclimáticas aplicadas para la vivienda. (Tesis de grado). Cuenca - Ecuador, Universidad de Cuenca, 2009.
- HERN, Warren. Arquitectura bioclimática. PDF.
- GUZHÑAY LUCERO, Sonia. Casas Patio. (Tesis de grado). Cuenca - Ecuador, Universidad de Cuenca, 2007.
- BALSECA G, Milton. Programa de ahorro de energía Ecuador. Ecuador, Ministerio de Energía y Minas, 2000.
- TAPIA ORDOÑEZ, Fernanda. PARRA ULLUARI, Andrea. Centro de interpretación ambiental Ucubamba. Aplicación de principios bioclimáticos y paisajísticos. (Tesis de grado). Cuenca - Ecuador, Universidad de Cuenca, 2012.
- GUZOWSKI, Mary. Arquitectura contemporánea. Energía cero. Barcelona - España, Blume, 2010.
- REYES, César. BARAONA POHL, Ethel. PIRILLO, Claudio. Arquitectura sostenible. Valencia - España, Editorial Pencil, 2007.
- CORDERO ORDOÑEZ, Ximena. GUILLÉN MENA, Vanessa. Criterios bioclimáticos para el diseño de viviendas unifamiliares en la ciudad de Cuenca. (Tesis de grado). Cuenca - Ecuador, Universidad de Cuenca, 2012.

#### Internet

- Arqhys.com. Chimeneas solares y arquitectura sostenible. <http://www.arqhys.com/arquitectura/chimeneas-solares-arquitectura.html>. 24/10/2012
- Universo porcino. Biodigestores. Abril 2008. [http://www.aacporcinos.com.ar/articulos/que\\_es\\_un\\_biodigestor.html](http://www.aacporcinos.com.ar/articulos/que_es_un_biodigestor.html). 24/10/2012
- GUERRERO, Luz. Energía Eólica. <http://vidaverde.about.com/od/Tecnologia-y-arquitectura/a/La-Energia-Eolica.htm>. 26/10/2012
- Junta de Castilla y León. E-8. Arquitectura bioclimática. Climatización - calefacción. [http://www.jcyl.es/web/jcyl/MedioAmbiente/es/Plantilla100/1235466168214/\\_/\\_/\\_](http://www.jcyl.es/web/jcyl/MedioAmbiente/es/Plantilla100/1235466168214/_/_/_). 26/10/2012



## C2

### Libros

- MINGUET, Josep Maria. Bioclimatic Architecture. Barcelona - España, Monsa, 2009.
- GUZOWSKI, Mary. Arquitectura contemporánea. Energía Cero. Barcelona - España, Blume, 2010.
- REYES, César. BARAONA POHL, Ethel. PIRILLO, Claudio. Arquitectura sostenible. Valencia - España, Pencil, 2007.
- LOZANO REYES, Andrés. Revista Escala. Foro. Arquitectura y Ciudad Sostenible. 216. Bogotá - Colombia, Escala, 2010.

### Internet

- Es.wikiarquitectura.com. Edificio Hemiciclo Solar. Enero 2013. [http://es.wikiarquitectura.com/index.php/Edificio\\_Hemiciclo\\_Solar](http://es.wikiarquitectura.com/index.php/Edificio_Hemiciclo_Solar). 26/01/2013.
- VELOSO, Bryan. Hemiciclo Solar. <http://arquitecturaresopal.wordpress.com/hemiciclo-solar-rla-ruiz-y-larrea-asociados/>. 26/01/2013
- ÍBANNEZ. Hemiciclo solar en Móstoles. Diciembre 2010. <http://hablemosunpocodetodo.blogspot.com/2010/12/hemiciclo-solar-en-mostoles-ruiz-larrea.html>. 26/01/2013
- FRANCO, José Tomás. Hemiciclo Solar / Ruiz Larrea y Asociados. Noviembre 2011. <http://www.plataformaarquitectura.cl/2011/11/14/hemiciclo-solar-ruiz-larrea-y-asociados/>. 26/01/2013.
- DE GARRIDO, Luis. Complejo Lliri Blau. Abril 2012. [https://www.facebook.com/media/set/?set=a.484331390590.385155.480671345590&type=1&comment\\_id=32183711&offset=0&total\\_comments=5](https://www.facebook.com/media/set/?set=a.484331390590.385155.480671345590&type=1&comment_id=32183711&offset=0&total_comments=5). 24/01/2013.
- CORONA, Experto. Torre Proksol. Abril 2010. [http://www.coronamejoratuvida.com/2010/04/torre-proksol\\_6313.html](http://www.coronamejoratuvida.com/2010/04/torre-proksol_6313.html). 25/01/2013.
- FRANCO, José Tomás. EDO / Stanisic Associates. Marzo 2011. <http://www.plataformaarquitectura.cl/2011/03/18/edo-stanisic-associates/>. 26/01/2013.
- <http://europaconcorsi.com/projects/13124-Sieeb-Sin>
- FRANCO, José Tomás. Apilamiento Verde / Vo Trong Nghia. Enero 2012. <http://www.plataformaarquitectura.cl/2012/01/23/apilamiento-verde-vo-trong-nghia/>. 26/01/2013.
- DE GARRIDO, Luis. Hotel Actio. April 2012. <https://www.facebook.com/media/set/?set=a.481213890590.384533.480671345590&type=3>. 24/01/2013
- GORDON, Katerina. En Construcción: El Primer Bosque Vertical / Boeri Studio. Diciembre 2011. <http://www.plataformaarquitectura.cl/2011/12/30/en-construccion-el-primer-bosque-vertical-boeri-studio/>. 26/01/2013.

## C4

### Documentos

- BALSECA G, Milton. Programa de ahorro de energía Ecuador. Ecuador, Ministerio de Energía y Minas, 2000.
- CONELEC. 2011 Estadísticas del sector eléctrico ecuatoriano. Quito - Ecuador, Diciembre 2012.
- Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, CONELEC. Plan maestro de electrificación 2012-2021. Ecuador, 2011.

### Internet

- Etapa. Tarifa del servicio de agua potable. [http://www.etapa.net.ec/Agua/agua\\_pot\\_tar.aspx](http://www.etapa.net.ec/Agua/agua_pot_tar.aspx). 01/2010.
- Agua para el mañana. <https://www.facebook.com/aguaparaelmanana>. 2013.
- Alcaldía de Cuenca. <http://www.cuenca.gov.ec/index.php>. 2013.
- Admin. ¿Por qué la eficiencia energética en los edificios residenciales?. <http://efitectura.com/>. 09/2012.
- Consejo nacional de electricidad. <http://www.conelec.gob.ec/>. 2011.
- INER. <http://redes.iner.gob.ec/edificaciones/>. 2013.
- Revista Vistazo. El consumo de energía eléctrica en Ecuador es de 18.469 Gigavatios por hora. <http://www.vistazo.com/webpages/pais/?id=22949>. 10/01/2013.
- Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables. <http://www.iner.gob.ec/>. 2013.
- Graphisoft. ArchiCAD 16. <http://www.graphisoft.es/producto/ac/green.html>. 2013.

## FOTOS, GRAFICOS

### C1

- 1.1 <http://mirafly.files.wordpress.com/2011/04/pobreza.jpg>
- 1.2 [http://elblogverde.com/wp-content/uploads/2013/02/calentamiento\\_global\\_efectos.jpg](http://elblogverde.com/wp-content/uploads/2013/02/calentamiento_global_efectos.jpg)
- 1.3 [http://2.bp.blogspot.com/-UwdmAFzLtik/UHX2W8Ev\\_SI/AAAAAAAAAGI/a-ut6unDqiY/s1600/sequia+1.jpg](http://2.bp.blogspot.com/-UwdmAFzLtik/UHX2W8Ev_SI/AAAAAAAAAGI/a-ut6unDqiY/s1600/sequia+1.jpg)
- 1.4 [http://4.bp.blogspot.com/-KXvzO\\_4slgk/Td7Mex2lr5I/AAAAAAAAAGek/4k0m1NzzAu0/s1600/Ni%C3%B1os+ba%C3%B1andose+en+agua+contaminada.jpg](http://4.bp.blogspot.com/-KXvzO_4slgk/Td7Mex2lr5I/AAAAAAAAAGek/4k0m1NzzAu0/s1600/Ni%C3%B1os+ba%C3%B1andose+en+agua+contaminada.jpg)
- 1.5 <http://noticias-ambientales-internacionales.blogspot.com/2010/10/microchips-contra-la-deforestacion-en.html>
- 1.6 <http://intercambia.net/temas/wp-content/uploads/2010/07/calentamiento-global.jpg>
- 1.7 <http://arquidelfhos.blogspot.com/2011/09/green-design-arquitectura-bioclimatica.html>
- 1.8 <http://www.pobrezamundial.com/wp-content/uploads/pobres3.jpg>
- 1.9 <http://imageshack.us/photo/my-images/43/9obranormanfosterandpar.jpg/sr=1>
- 1.10 EDWARDS, Brian. Guía básica de la sostenibilidad. Barcelona - España, Gustavo Gili, 2005 (2.ª ed., 2009). Pg. 20.
- 1.11 EDWARDS, Brian. Guía básica de la sostenibilidad. Barcelona - España, Gustavo Gili, 2005 (2.ª ed., 2009). Pg. 64.
- 1.12 EDWARDS, Brian. Guía básica de la sostenibilidad. Barcelona - España, Gustavo Gili, 2005 (2.ª ed., 2009). Pg. 181.
- 1.13 HERNÁNDEZ PEZZI, Carlos. Un Vitrubio ecológico, Principios y práctica del proyecto arquitectónico sostenible. Barcelona - España, Gustavo Gili, 2007. Pg. 16-17.
- 1.14 <http://andressalazar1.blogspot.com/2010/11/arquitectura-sustentable.html>
- 1.15 [http://1.bp.blogspot.com/\\_X9uQOPu\\_oJU/SsP7Tewq7EI/AAAAAAAAAJBA/zcOpLe\\_qLDc/s1600-h/3C-FOSTER---SAINS.jpg](http://1.bp.blogspot.com/_X9uQOPu_oJU/SsP7Tewq7EI/AAAAAAAAAJBA/zcOpLe_qLDc/s1600-h/3C-FOSTER---SAINS.jpg)
- 1.16 BARRERA CRESPO, Oswaldo. Introducción a una Arquitectura Bioclimática para los Andes Ecuatoriales. (Tesis de Máster). Barcelona - España, Universidad Politécnica de Cataluña, 2005. Pg. 77.
- 1.17 BARRERA CRESPO, Oswaldo. Introducción a una Arquitectura Bioclimática para los Andes Ecuatoriales. (Tesis de Máster). Barcelona - España, Universidad Politécnica de Cataluña, 2005. Pg. 93.
- 1.18 CORDERO ORTIZ, Esteban. ORDOÑEZ AMOROSO, Jhonatan. Soluciones Bioclimáticas aplicadas para la vivienda. (Tesis de grado). Cuenca - Ecuador, Universidad de Cuenca, 2009. Pg. 75.
- 1.19 CORDERO ORTIZ, Esteban. ORDOÑEZ AMOROSO, Jhonatan. Soluciones Bioclimáticas aplicadas para la vivienda. (Tesis de grado). Cuenca - Ecuador, Univer-

sidad de Cuenca, 2009. Pg. 76.

- 1.20 CORDERO ORTIZ, Esteban. ORDOÑEZ AMOROSO, Jhonatan. Soluciones Bioclimáticas aplicadas para la vivienda. (Tesis de grado). Cuenca - Ecuador, Universidad de Cuenca, 2009. Pg. 77.
- 1.21 CORDERO ORTIZ, Esteban. ORDOÑEZ AMOROSO, Jhonatan. Soluciones Bioclimáticas aplicadas para la vivienda. (Tesis de grado). Cuenca - Ecuador, Universidad de Cuenca, 2009. Pg. 79.
- 1.22 CORDERO ORTIZ, Esteban. ORDOÑEZ AMOROSO, Jhonatan. Soluciones Bioclimáticas aplicadas para la vivienda. (Tesis de grado). Cuenca - Ecuador, Universidad de Cuenca, 2009. Pg. 80.
- 1.23 HERNÁNDEZ PEZZI, Carlos. Un Vitrubio ecológico, Principios y práctica del proyecto arquitectónico sostenible. Barcelona - España, Gustavo Gili, 2007. Pg. 38.
- 1.24 HERNÁNDEZ PEZZI - España, Carlos. Un Vitrubio ecológico, Principios y práctica del proyecto arquitectónico sostenible. Barcelona, Gustavo Gili, 2007. Pg. 39.
- 1.25 HERNÁNDEZ PEZZI, Carlos. Un Vitrubio ecológico, Principios y práctica del proyecto arquitectónico sostenible. Barcelona - España, Gustavo Gili, 2007. Pg. 42.
- 1.26 HERNÁNDEZ PEZZI, Carlos. Un Vitrubio ecológico, Principios y práctica del proyecto arquitectónico sostenible. Barcelona - España, Gustavo Gili, 2007. Pg. 74.
- 1.27 CORDERO ORTIZ, Esteban. ORDOÑEZ AMOROSO, Jhonatan. Soluciones Bioclimáticas aplicadas para la vivienda. (Tesis de grado). Cuenca - Ecuador, Universidad de Cuenca, 2009. Pg. 82.
- 1.28 CORDERO ORTIZ, Esteban. ORDOÑEZ AMOROSO, Jhonatan. Soluciones Bioclimáticas aplicadas para la vivienda. (Tesis de grado). Cuenca - Ecuador, Universidad de Cuenca, 2009. Pg. 83.
- 1.29 CORDERO ORTIZ, Esteban. ORDOÑEZ AMOROSO, Jhonatan. Soluciones Bioclimáticas aplicadas para la vivienda. (Tesis de grado). Cuenca - Ecuador, Universidad de Cuenca, 2009. Pg. 83.
- 1.30 CORDERO ORTIZ, Esteban. ORDOÑEZ AMOROSO, Jhonatan. Soluciones Bioclimáticas aplicadas para la vivienda. (Tesis de grado). Cuenca - Ecuador, Universidad de Cuenca, 2009. Pg. 88.
- 1.31 CORDERO ORTIZ, Esteban. ORDOÑEZ AMOROSO, Jhonatan. Soluciones Bioclimáticas aplicadas para la vivienda. (Tesis de grado). Cuenca - Ecuador, Universidad de Cuenca, 2009. Pg. 89.
- 1.32 HERNÁNDEZ PEZZI, Carlos. Un Vitrubio ecológico, Principios y práctica del proyecto arquitectónico sostenible. Barcelona - España, Gustavo Gili, 2007. Pg. 71.
- 1.33 HERNÁNDEZ PEZZI, Carlos. Un Vitrubio ecológico, Principios y práctica del proyecto arquitectónico sostenible. Barcelona - España, Gustavo Gili, 2007. Pg. 71.
- 1.34 HERNÁNDEZ PEZZI, Carlos. Un Vitrubio ecológico, Principios y práctica del proyecto arquitectónico sostenible. Barcelona - España, Gustavo Gili, 2007. Pg. 71.
- 1.35 CORDERO ORTIZ, Esteban. ORDOÑEZ AMOROSO, Jhonatan. Soluciones Bioclimáticas aplicadas para la vivienda. (Tesis de grado). Cuenca - Ecuador, Universidad de Cuenca, 2009. Pg. 85.



- 1.36 CORDERO ORTIZ, Esteban. ORDOÑEZ AMOROSO, Jhonatan. Soluciones Bioclimáticas aplicadas para la vivienda. (Tesis de grado). Cuenca - Ecuador, Universidad de Cuenca, 2009. Pg. 85.
- 1.37 CORDERO ORTIZ, Esteban. ORDOÑEZ AMOROSO, Jhonatan. Soluciones Bioclimáticas aplicadas para la vivienda. (Tesis de grado). Cuenca - Ecuador, Universidad de Cuenca, 2009. Pg. 92.
- 1.38 CORDERO ORTIZ, Esteban. ORDOÑEZ AMOROSO, Jhonatan. Soluciones Bioclimáticas aplicadas para la vivienda. (Tesis de grado). Cuenca - Ecuador, Universidad de Cuenca, 2009. Pg. 92.
- 1.39 CORDERO ORTIZ, Esteban. ORDOÑEZ AMOROSO, Jhonatan. Soluciones Bioclimáticas aplicadas para la vivienda. (Tesis de grado). Cuenca - Ecuador, Universidad de Cuenca, 2009. Pg. 93.
- 1.40 CORDERO ORTIZ, Esteban. ORDOÑEZ AMOROSO, Jhonatan. Soluciones Bioclimáticas aplicadas para la vivienda. (Tesis de grado). Cuenca - Ecuador, Universidad de Cuenca, 2009. Pg. 93.
- 1.41 CORDERO ORTIZ, Esteban. ORDOÑEZ AMOROSO, Jhonatan. Soluciones Bioclimáticas aplicadas para la vivienda. (Tesis de grado). Cuenca - Ecuador, Universidad de Cuenca, 2009. Pg. 94.
- 1.42 CORDERO ORTIZ, Esteban. ORDOÑEZ AMOROSO, Jhonatan. Soluciones Bioclimáticas aplicadas para la vivienda. (Tesis de grado). Cuenca - Ecuador, Universidad de Cuenca, 2009. Pg. 94.
- 1.43 CORDERO ORTIZ, Esteban. ORDOÑEZ AMOROSO, Jhonatan. Soluciones Bioclimáticas aplicadas para la vivienda. (Tesis de grado). Cuenca - Ecuador, Universidad de Cuenca, 2009. Pg. 95.
- 1.44 CORDERO ORTIZ, Esteban. ORDOÑEZ AMOROSO, Jhonatan. Soluciones Bioclimáticas aplicadas para la vivienda. (Tesis de grado). Cuenca - Ecuador, Universidad de Cuenca, 2009. Pg. 95.
- 1.45 CORDERO ORTIZ, Esteban. ORDOÑEZ AMOROSO, Jhonatan. Soluciones Bioclimáticas aplicadas para la vivienda. (Tesis de grado). Cuenca - Ecuador, Universidad de Cuenca, 2009. Pg. 97.
- 1.46 CORDERO ORTIZ, Esteban. ORDOÑEZ AMOROSO, Jhonatan. Soluciones Bioclimáticas aplicadas para la vivienda. (Tesis de grado). Cuenca - Ecuador, Universidad de Cuenca, 2009. Pg. 98.
- 1.47 CORDERO ORTIZ, Esteban. ORDOÑEZ AMOROSO, Jhonatan. Soluciones Bioclimáticas aplicadas para la vivienda. (Tesis de grado). Cuenca - Ecuador, Universidad de Cuenca, 2009. Pg. 115.
- 1.48 <http://arquidelfhos.blogspot.com/2011/09/green-design-arquitectura-bioclimatica.html> 19-22
- 1.49 <http://sustentableysostenible.blogspot.com/2012/08/arquitectura-bioclimatica.html> 23-24
- 1.50 HERNÁNDEZ PEZZI, Carlos. Un Vitrubio ecológico, Principios y práctica del proyecto arquitectónico sostenible. Barcelona - España, Gustavo Gili, 2007. Pg. 68.
- 1.51 HERNÁNDEZ PEZZI, Carlos. Un Vitrubio ecológico, Principios y práctica del

- proyecto arquitectónico sostenible. Barcelona - España, Gustavo Gili, 2007. Pg. 20.
- 1.52 BARRERA CRESPO, Oswaldo. Introducción a una Arquitectura Bioclimática para los Andes Ecuatoriales. (Tesis de Máster). Barcelona - España, Universidad Politécnica de Cataluña, 2005. Pg. 188.
- 1.53 BARRERA CRESPO, Oswaldo. Introducción a una Arquitectura Bioclimática para los Andes Ecuatoriales. (Tesis de Máster). Barcelona - España, Universidad Politécnica de Cataluña, 2005. Pg. 188.
- 1.54 BARRERA CRESPO, Oswaldo. Introducción a una Arquitectura Bioclimática para los Andes Ecuatoriales. (Tesis de Máster). Barcelona - España, Universidad Politécnica de Cataluña, 2005. Pg. 189.
- 1.55 BARRERA CRESPO, Oswaldo. Introducción a una Arquitectura Bioclimática para los Andes Ecuatoriales. (Tesis de Máster). Barcelona - España, Universidad Politécnica de Cataluña, 2005. Pg. 189.
- 1.56 BARRERA CRESPO, Oswaldo. Introducción a una Arquitectura Bioclimática para los Andes Ecuatoriales. (Tesis de Máster). Barcelona - España, Universidad Politécnica de Cataluña, 2005. Pg. 189.
- 1.57 BARRERA CRESPO, Oswaldo. Introducción a una Arquitectura Bioclimática para los Andes Ecuatoriales. (Tesis de Máster). Barcelona - España, Universidad Politécnica de Cataluña, 2005. Pg. 190.
- 1.58 BARRERA CRESPO, Oswaldo. Introducción a una Arquitectura Bioclimática para los Andes Ecuatoriales. (Tesis de Máster). Barcelona - España, Universidad Politécnica de Cataluña, 2005. Pg. 191.
- 1.59 BARRERA CRESPO, Oswaldo. Introducción a una Arquitectura Bioclimática para los Andes Ecuatoriales. (Tesis de Máster). Barcelona - España, Universidad Politécnica de Cataluña, 2005. Pg. 191.
- 1.60 BARRERA CRESPO, Oswaldo. Introducción a una Arquitectura Bioclimática para los Andes Ecuatoriales. (Tesis de Máster). Barcelona - España, Universidad Politécnica de Cataluña, 2005. Pg. 195.
- 1.61 BARRERA CRESPO, Oswaldo. Introducción a una Arquitectura Bioclimática para los Andes Ecuatoriales. (Tesis de Máster). Barcelona - España, Universidad Politécnica de Cataluña, 2005. Pg. 196.
- 1.62 HERNÁNDEZ PEZZI, Carlos. Un Vitrubio ecológico, Principios y práctica del proyecto arquitectónico sostenible. Barcelona - España, Gustavo Gili, 2007. Pg. 73.
- 1.63 BARRERA CRESPO, Oswaldo. Introducción a una Arquitectura Bioclimática para los Andes Ecuatoriales. (Tesis de Máster). Barcelona - España, Universidad Politécnica de Cataluña, 2005. Pg. 197.
- 1.64 BARRERA CRESPO, Oswaldo. Introducción a una Arquitectura Bioclimática para los Andes Ecuatoriales. (Tesis de Máster). Barcelona - España, Universidad Politécnica de Cataluña, 2005. Pg. 199.
- 1.65 BARRERA CRESPO, Oswaldo. Introducción a una Arquitectura Bioclimática para los Andes Ecuatoriales. (Tesis de Máster). Barcelona - España, Universidad Politécnica de Cataluña, 2005. Pg. 200.
- 1.66 BARRERA CRESPO, Oswaldo. Introducción a una Arquitectura Bioclimática

para los Andes Ecuatoriales. (Tesis de Máster). Barcelona - España, Universidad Politécnica de Cataluña, 2005. Pg. 200.

1.67 BARRERA CRESPO, Oswaldo. Introducción a una Arquitectura Bioclimática para los Andes Ecuatoriales. (Tesis de Máster). Barcelona - España, Universidad Politécnica de Cataluña, 2005. Pg. 201.

1.68 BARRERA CRESPO, Oswaldo. Introducción a una Arquitectura Bioclimática para los Andes Ecuatoriales. (Tesis de Máster). Barcelona - España, Universidad Politécnica de Cataluña, 2005. Pg. 209.

1.69 BARRERA CRESPO, Oswaldo. Introducción a una Arquitectura Bioclimática para los Andes Ecuatoriales. (Tesis de Máster). Barcelona - España, Universidad Politécnica de Cataluña, 2005. Pg. 214.

1.70 BARRERA CRESPO, Oswaldo. Introducción a una Arquitectura Bioclimática para los Andes Ecuatoriales. (Tesis de Máster). Barcelona - España, Universidad Politécnica de Cataluña, 2005. Pg. 211.

1.71 BARRERA CRESPO, Oswaldo. Introducción a una Arquitectura Bioclimática para los Andes Ecuatoriales. (Tesis de Máster). Barcelona - España, Universidad Politécnica de Cataluña, 2005. Pg. 203.

1.72 CORDERO ORTIZ, Esteban. ORDOÑEZ AMOROSO, Jhonatan. Soluciones Bioclimáticas aplicadas para la vivienda. (Tesis de grado). Cuenca - Ecuador, Universidad de Cuenca, 2009. Pg. 113.

1.73 CORDERO ORTIZ, Esteban. ORDOÑEZ AMOROSO, Jhonatan. Soluciones Bioclimáticas aplicadas para la vivienda. (Tesis de grado). Cuenca - Ecuador, Universidad de Cuenca, 2009. Pg. 113.

1.74 CORDERO ORTIZ, Esteban. ORDOÑEZ AMOROSO, Jhonatan. Soluciones Bioclimáticas aplicadas para la vivienda. (Tesis de grado). Cuenca - Ecuador, Universidad de Cuenca, 2009. Pg. 114.

1.75 CORDERO ORTIZ, Esteban. ORDOÑEZ AMOROSO, Jhonatan. Soluciones Bioclimáticas aplicadas para la vivienda. (Tesis de grado). Cuenca - Ecuador, Universidad de Cuenca, 2009. Pg. 114.

1.76 TAPIA ORDOÑEZ, Fernanda. PARRA ULLUARI, Andrea. Centro de interpretación ambiental Ucubamba. Aplicación de principios bioclimáticos y paisajísticos. (Tesis de grado). Cuenca - Ecuador, Universidad de Cuenca, 2012. Pg. 139.

1.77 CORDERO ORTIZ, Esteban. ORDOÑEZ AMOROSO, Jhonatan. Soluciones Bioclimáticas aplicadas para la vivienda. (Tesis de grado). Cuenca - Ecuador, Universidad de Cuenca, 2009. Pg. 115.

1.78 CORDERO ORTIZ, Esteban. ORDOÑEZ AMOROSO, Jhonatan. Soluciones Bioclimáticas aplicadas para la vivienda. (Tesis de grado). Cuenca - Ecuador, Universidad de Cuenca, 2009. Pg. 117.

1.79 CORDERO ORTIZ, Esteban. ORDOÑEZ AMOROSO, Jhonatan. Soluciones Bioclimáticas aplicadas para la vivienda. (Tesis de grado). Cuenca - Ecuador, Universidad de Cuenca, 2009. Pg. 118.

1.80 CORDERO ORTIZ, Esteban. ORDOÑEZ AMOROSO, Jhonatan. Soluciones Bioclimáticas aplicadas para la vivienda. (Tesis de grado). Cuenca - Ecuador, Univer-

sidad de Cuenca, 2009. Pg. 118.

1.81 CORDERO ORTIZ, Esteban. ORDOÑEZ AMOROSO, Jhonatan. Soluciones Bioclimáticas aplicadas para la vivienda. (Tesis de grado). Cuenca - Ecuador, Universidad de Cuenca, 2009. Pg. 118.

1.82 CORDERO ORTIZ, Esteban. ORDOÑEZ AMOROSO, Jhonatan. Soluciones Bioclimáticas aplicadas para la vivienda. (Tesis de grado). Cuenca - Ecuador, Universidad de Cuenca, 2009. Pg. 119.

1.83 HERNÁNDEZ PEZZI, Carlos. Un Vitrubio ecológico, Principios y práctica del proyecto arquitectónico sostenible. Barcelona - España, Gustavo Gili, 2007. Pg. 113.

1.84 CORDERO ORTIZ, Esteban. ORDOÑEZ AMOROSO, Jhonatan. Soluciones Bioclimáticas aplicadas para la vivienda. (Tesis de grado). Cuenca - Ecuador, Universidad de Cuenca, 2009. Pg. 126.

1.85 CORDERO ORTIZ, Esteban. ORDOÑEZ AMOROSO, Jhonatan. Soluciones Bioclimáticas aplicadas para la vivienda. (Tesis de grado). Cuenca - Ecuador, Universidad de Cuenca, 2009. Pg. 129.

1.86 BARRERA CRESPO, Oswaldo. Introducción a una Arquitectura Bioclimática para los Andes Ecuatoriales. (Tesis de Máster). Barcelona - España, Universidad Politécnica de Cataluña, 2005. Pg. 205.

1.87 BARRERA CRESPO, Oswaldo. Introducción a una Arquitectura Bioclimática para los Andes Ecuatoriales. (Tesis de Máster). Barcelona - España, Universidad Politécnica de Cataluña, 2005. Pg. 218.

1.88 HERNÁNDEZ PEZZI, Carlos. Un Vitrubio ecológico, Principios y práctica del proyecto arquitectónico sostenible. Barcelona - España, Gustavo Gili, 2007. Pg. 73.

1.89 HERNÁNDEZ PEZZI, Carlos. Un Vitrubio ecológico, Principios y práctica del proyecto arquitectónico sostenible. Barcelona - España, Gustavo Gili, 2007. Pg. 74.

1.90 TAPIA ORDOÑEZ, Fernanda. PARRA ULLUARI, Andrea. Centro de interpretación ambiental Ucubamba. Aplicación de principios bioclimáticos y paisajísticos. (Tesis de grado). Cuenca - Ecuador, Universidad de Cuenca, 2012. Pg. 140.

1.91 BARRERA CRESPO, Oswaldo. Introducción a una Arquitectura Bioclimática para los Andes Ecuatoriales. (Tesis de Máster). Barcelona - España, Universidad Politécnica de Cataluña, 2005. Pg. 215.

1.92 BARRERA CRESPO, Oswaldo. Introducción a una Arquitectura Bioclimática para los Andes Ecuatoriales. (Tesis de Máster). Barcelona - España, Universidad Politécnica de Cataluña, 2005. Pg. 216.

1.93 BARRERA CRESPO, Oswaldo. Introducción a una Arquitectura Bioclimática para los Andes Ecuatoriales. (Tesis de Máster). Barcelona - España, Universidad Politécnica de Cataluña, 2005. Pg. 217.

1.94 <http://www.arqhys.com/arquitectura/chimeneas-solares-arquitectura.html>

1.95 <http://blog.is-arquitectura.es/2012/03/31/e-green-home-casa-ecologica-produce-mas-energia-de-la-que-consume/>

1.96 CORDERO ORTIZ, Esteban. ORDOÑEZ AMOROSO, Jhonatan. Soluciones Bioclimáticas aplicadas para la vivienda. (Tesis de grado). Cuenca - Ecuador, Universidad de Cuenca, 2009. Pg. 140.



1.97 CORDERO ORTIZ, Esteban. ORDOÑEZ AMOROSO, Jhonatan. Soluciones Bioclimáticas aplicadas para la vivienda. (Tesis de grado). Cuenca - Ecuador, Universidad de Cuenca, 2009. Pg. 139.

1.98 CORDERO ORTIZ, Esteban. ORDOÑEZ AMOROSO, Jhonatan. Soluciones Bioclimáticas aplicadas para la vivienda. (Tesis de grado). Cuenca - Ecuador, Universidad de Cuenca, 2009. Pg. 140.

1.99 <http://www.indiatuero.com/page/verdeazul/id/4/title/Paneles-solares-de-Sch%C3%BCco>

1.100 HERNÁNDEZ PEZZI, Carlos. Un Vitrubio ecológico, Principios y práctica del proyecto arquitectónico sostenible. Barcelona - España, Gustavo Gili, 2007. Pg. 119.

1.101 HERNÁNDEZ PEZZI, Carlos. Un Vitrubio ecológico, Principios y práctica del proyecto arquitectónico sostenible. Barcelona - España, Gustavo Gili, 2007. Pg. 119.

1.102 CORDERO ORTIZ, Esteban. ORDOÑEZ AMOROSO, Jhonatan. Soluciones Bioclimáticas aplicadas para la vivienda. (Tesis de grado). Cuenca - Ecuador, Universidad de Cuenca, 2009. Pg. 149.

1.103 CORDERO ORTIZ, Esteban. ORDOÑEZ AMOROSO, Jhonatan. Soluciones Bioclimáticas aplicadas para la vivienda. (Tesis de grado). Cuenca - Ecuador, Universidad de Cuenca, 2009. Pg. 150.

1.104 CORDERO ORTIZ, Esteban. ORDOÑEZ AMOROSO, Jhonatan. Soluciones Bioclimáticas aplicadas para la vivienda. (Tesis de grado). Cuenca - Ecuador, Universidad de Cuenca, 2009. Pg. 152.

1.105 CORDERO ORTIZ, Esteban. ORDOÑEZ AMOROSO, Jhonatan. Soluciones Bioclimáticas aplicadas para la vivienda. (Tesis de grado). Cuenca - Ecuador, Universidad de Cuenca, 2009. Pg. 151.

1.106 CORDERO ORTIZ, Esteban. ORDOÑEZ AMOROSO, Jhonatan. Soluciones Bioclimáticas aplicadas para la vivienda. (Tesis de grado). Cuenca - Ecuador, Universidad de Cuenca, 2009. Pg. 151.

1.107 CORDERO ORTIZ, Esteban. ORDOÑEZ AMOROSO, Jhonatan. Soluciones Bioclimáticas aplicadas para la vivienda. (Tesis de grado). Cuenca - Ecuador, Universidad de Cuenca, 2009. Pg. 153.

1.108 <http://www.miprv.com/wp-content/uploads/2011/05/Biodigestor-3.png>

1.109 <http://www.miprv.com/wp-content/uploads/2011/05/Biodigestor-3.png>

1.110 CORDERO ORTIZ, Esteban. ORDOÑEZ AMOROSO, Jhonatan. Soluciones Bioclimáticas aplicadas para la vivienda. (Tesis de grado). Cuenca - Ecuador, Universidad de Cuenca, 2009. Pg. 155.

1.111 CORDERO ORTIZ, Esteban. ORDOÑEZ AMOROSO, Jhonatan. Soluciones Bioclimáticas aplicadas para la vivienda. (Tesis de grado). Cuenca - Ecuador, Universidad de Cuenca, 2009. Pg. 156.

1.112 [http://www.aacporcinos.com.ar/articulos/que\\_es\\_un\\_biodigestor.html](http://www.aacporcinos.com.ar/articulos/que_es_un_biodigestor.html)

1.113 <https://www.facebook.com/media/set/?set=a.126516740803849.20540.11152829006907&type=3>

1.114 <http://www.eltiempo.com/media/images/EspecialAgua/latino1.png&imgrefurl=>

1.115 CORDERO ORTIZ, Esteban. ORDOÑEZ AMOROSO, Jhonatan. Soluciones Bioclimáticas aplicadas para la vivienda. (Tesis de grado). Cuenca - Ecuador, Universidad de Cuenca, 2009. Pg. 165-166.

1.116 CORDERO ORTIZ, Esteban. ORDOÑEZ AMOROSO, Jhonatan. Soluciones Bioclimáticas aplicadas para la vivienda. (Tesis de grado). Cuenca - Ecuador, Universidad de Cuenca, 2009. Pg. 167.

1.117 [http://www.arkinetia.com/\\_recursos/users/public/NOTID0000000371-IMG001\\_r398.jpg](http://www.arkinetia.com/_recursos/users/public/NOTID0000000371-IMG001_r398.jpg)

1.118 CORDERO ORTIZ, Esteban. ORDOÑEZ AMOROSO, Jhonatan. Soluciones Bioclimáticas aplicadas para la vivienda. (Tesis de grado). Cuenca - Ecuador, Universidad de Cuenca, 2009. Pg. 167.

1.119 CORDERO ORTIZ, Esteban. ORDOÑEZ AMOROSO, Jhonatan. Soluciones Bioclimáticas aplicadas para la vivienda. (Tesis de grado). Cuenca - Ecuador, Universidad de Cuenca, 2009. Pg. 168.

1.120 CORDERO ORTIZ, Esteban. ORDOÑEZ AMOROSO, Jhonatan. Soluciones Bioclimáticas aplicadas para la vivienda. (Tesis de grado). Cuenca - Ecuador, Universidad de Cuenca, 2009. Pg. 169.

1.121 <http://apuntesdearquitecturadigital.blogspot.com/2010/09/arquivideo-1-energia-eolica-y.html>

1.122 <http://www.proyectaverde.com/techo-verde-y-madera-segun-mu-architecture/>

1.123 <http://www.proyectaverde.com/techo-verde-y-madera-segun-mu-architecture/>

1.124 EDWARDS, Brian. Guía básica de la sostenibilidad. Barcelona - España, Gustavo Gili, 2005 (2.ª ed., 2009). Pg. 200.

1.125 EDWARDS, Brian. Guía básica de la sostenibilidad. Barcelona - España, Gustavo Gili, 2005 (2.ª ed., 2009). Pg. 207.

1.126 EDWARDS, Brian. Guía básica de la sostenibilidad. Barcelona - España, Gustavo Gili, 2005 (2.ª ed., 2009). Pg. 207.

1.127 EDWARDS, Brian. Guía básica de la sostenibilidad. Barcelona - España, Gustavo Gili, 2005 (2.ª ed., 2009). Pg. 212.

1.128 HERNÁNDEZ PEZZI, Carlos. Un Vitrubio ecológico, Principios y práctica del proyecto arquitectónico sostenible. Barcelona - España, Gustavo Gili, 2007. Pg. 89.

1.129 [http://es.123rf.com/photo\\_4814425\\_casa-de-madera-de-construccion-de-madera-estructura-casa-exterior.html](http://es.123rf.com/photo_4814425_casa-de-madera-de-construccion-de-madera-estructura-casa-exterior.html)

1.130 <http://noticias.arq.com.mx/Detalles/10225.html>

1.131 <http://lepetitjean.files.wordpress.com/2009/11/arq.jpg>

1.132 <http://blog.bellostes.com/media/hotel-tierra-atacama.png>

1.133 [http://www.arkinetia.com/\\_recursos/users/public/NOTID0000000371-IMG001\\_r398.jpg](http://www.arkinetia.com/_recursos/users/public/NOTID0000000371-IMG001_r398.jpg)

1.134 <http://blog.is-arquitectura.es/2012/03/31/e-green-home-casa-ecologica-produce-mas-energia-de-la-que-consume/>

1.135 <http://blog.is-arquitectura.es/2012/03/31/e-green-home-casa-ecologica->

produce-mas-energia-de-la-que-consume/

1.136 [http://puntogordo.files.wordpress.com/2011/06/arquitectura-bioclimatica\\_-vitruviuecologico2.jpg](http://puntogordo.files.wordpress.com/2011/06/arquitectura-bioclimatica_-vitruviuecologico2.jpg)

1.137 <http://ecocasaonline.com/blog/wp-content/uploads/2010/05/Casa-eco.jpg>

1.138 <http://www.artejardinero.com/articulo/arquitectura-sostenible-arquitectura-bioclim%C3%A1tica-bioarquitectura>

1.139 <http://andressalazar1.blogspot.com/2010/11/arquitectura-sustentable.html>

1.140 <http://www.photocase.es/stock-fotos/38292-stock-photo-metal-arquitectura-duesseldorf-renania-del-norte-westfalia-asimetria>

1.141 TAPIA ORDOÑEZ, Fernanda. PARRA ULLUARI, Andrea. Centro de interpretación ambiental Ucubamba. Aplicación de principios bioclimáticos y paisajísticos. (Tesis de grado). Cuenca - Ecuador, Universidad de Cuenca, 2012. Pg. 120.

1.142 BARRERA CRESPO, Oswaldo. Introducción a una Arquitectura Bioclimática para los Andes Ecuatoriales. (Tesis de Máster). Barcelona - España, Universidad Politécnica de Cataluña, 2005. Pg. 176.

1.143 BARRERA CRESPO, Oswaldo. Introducción a una Arquitectura Bioclimática para los Andes Ecuatoriales. (Tesis de Máster). Barcelona - España, Universidad Politécnica de Cataluña, 2005. Pg. 184.

1.144 CORDERO ORTIZ, Esteban. ORDOÑEZ AMOROSO, Jhonatan. Soluciones Bioclimáticas aplicadas para la vivienda. (Tesis de grado). Cuenca - Ecuador, Universidad de Cuenca, 2009. Pg. 52.

1.145 GUZHÑAY LUCERO, Sonia. Casas Patio. (Tesis de grado). Cuenca - Ecuador, Universidad de Cuenca, 2007. Pg. 88.

1.146 CORDERO ORDOÑEZ, Ximena. GUILLÉN MENA, Vanessa. Criterios bioclimáticos para el diseño de viviendas unifamiliares en la ciudad de Cuenca. (Tesis de grado). Cuenca - Ecuador, Universidad de Cuenca, 2012. Pg. 76.

1.147 CORDERO ORDOÑEZ, Ximena. GUILLÉN MENA, Vanessa. Criterios bioclimáticos para el diseño de viviendas unifamiliares en la ciudad de Cuenca. (Tesis de grado). Cuenca - Ecuador, Universidad de Cuenca, 2012. Pg. 78.

1.148 CORDERO ORDOÑEZ, Ximena. GUILLÉN MENA, Vanessa. Criterios bioclimáticos para el diseño de viviendas unifamiliares en la ciudad de Cuenca. (Tesis de grado). Cuenca - Ecuador, Universidad de Cuenca, 2012. Pg. 78.

1.149 CORDERO ORDOÑEZ, Ximena. GUILLÉN MENA, Vanessa. Criterios bioclimáticos para el diseño de viviendas unifamiliares en la ciudad de Cuenca. (Tesis de grado). Cuenca - Ecuador, Universidad de Cuenca, 2012. Pg. 79.

1.150 CORDERO ORDOÑEZ, Ximena. GUILLÉN MENA, Vanessa. Criterios bioclimáticos para el diseño de viviendas unifamiliares en la ciudad de Cuenca. (Tesis de grado). Cuenca - Ecuador, Universidad de Cuenca, 2012. Pg. 82.

1.151 CORDERO ORDOÑEZ, Ximena. GUILLÉN MENA, Vanessa. Criterios bioclimáticos para el diseño de viviendas unifamiliares en la ciudad de Cuenca. (Tesis de grado). Cuenca - Ecuador, Universidad de Cuenca, 2012. Pg. 82.

1.152 CORDERO ORDOÑEZ, Ximena. GUILLÉN MENA, Vanessa. Criterios bioclimáticos para el diseño de viviendas unifamiliares en la ciudad de Cuenca. (Tesis de

grado). Cuenca - Ecuador, Universidad de Cuenca, 2012. Pg. 82.

1.153 CORDERO ORDOÑEZ, Ximena. GUILLÉN MENA, Vanessa. Criterios bioclimáticos para el diseño de viviendas unifamiliares en la ciudad de Cuenca. (Tesis de grado). Cuenca - Ecuador, Universidad de Cuenca, 2012. Pg. 82.

1.154 GUZHÑAY LUCERO, Sonia. Casas Patio. (Tesis de grado). Cuenca, Universidad de Cuenca, 2007. Pg. 86.

1.155 GUZHÑAY LUCERO, Sonia. Casas Patio. (Tesis de grado). Cuenca, Universidad de Cuenca, 2007. Pg. 87.

1.156 TAPIA ORDOÑEZ, Fernanda. PARRA ULLUARI, Andrea. Centro de interpretación ambiental Ucubamba. Aplicación de principios bioclimáticos y paisajísticos. (Tesis de grado). Cuenca - Ecuador, Universidad de Cuenca, 2012. Pg. 86.

1.157 CORDERO ORDOÑEZ, Ximena. GUILLÉN MENA, Vanessa. Criterios bioclimáticos para el diseño de viviendas unifamiliares en la ciudad de Cuenca. (Tesis de grado). Cuenca - Ecuador, Universidad de Cuenca, 2012. Pg. 100.

1.158 CORDERO ORDOÑEZ, Ximena. GUILLÉN MENA, Vanessa. Criterios bioclimáticos para el diseño de viviendas unifamiliares en la ciudad de Cuenca. (Tesis de grado). Cuenca - Ecuador, Universidad de Cuenca, 2012. Pg. 100.

1.159 CORDERO ORDOÑEZ, Ximena. GUILLÉN MENA, Vanessa. Criterios bioclimáticos para el diseño de viviendas unifamiliares en la ciudad de Cuenca. (Tesis de grado). Cuenca - Ecuador, Universidad de Cuenca, 2012. Pg. 101.

1.160 GUZHÑAY LUCERO, Sonia. Casas Patio. (Tesis de grado). Cuenca - Ecuador, Universidad de Cuenca, 2007. Pg. 88.

1.161 CORDERO ORDOÑEZ, Ximena. GUILLÉN MENA, Vanessa. Criterios bioclimáticos para el diseño de viviendas unifamiliares en la ciudad de Cuenca. (Tesis de grado). Cuenca - Ecuador, Universidad de Cuenca, 2012. Pg. 96.

1.162 CORDERO ORDOÑEZ, Ximena. GUILLÉN MENA, Vanessa. Criterios bioclimáticos para el diseño de viviendas unifamiliares en la ciudad de Cuenca. (Tesis de grado). Cuenca - Ecuador, Universidad de Cuenca, 2012. Pg. 96.

1.163 CORDERO ORDOÑEZ, Ximena. GUILLÉN MENA, Vanessa. Criterios bioclimáticos para el diseño de viviendas unifamiliares en la ciudad de Cuenca. (Tesis de grado). Cuenca - Ecuador, Universidad de Cuenca, 2012. Pg. 97.

1.164 CORDERO ORDOÑEZ, Ximena. GUILLÉN MENA, Vanessa. Criterios bioclimáticos para el diseño de viviendas unifamiliares en la ciudad de Cuenca. (Tesis de grado). Cuenca - Ecuador, Universidad de Cuenca, 2012. Pg. 86.

1.165 CORDERO ORDOÑEZ, Ximena. GUILLÉN MENA, Vanessa. Criterios bioclimáticos para el diseño de viviendas unifamiliares en la ciudad de Cuenca. (Tesis de grado). Cuenca - Ecuador, Universidad de Cuenca, 2012. Pg. 86.

1.166 CORDERO ORDOÑEZ, Ximena. GUILLÉN MENA, Vanessa. Criterios bioclimáticos para el diseño de viviendas unifamiliares en la ciudad de Cuenca. (Tesis de grado). Cuenca - Ecuador, Universidad de Cuenca, 2012. Pg. 87.

1.167 CORDERO ORDOÑEZ, Ximena. GUILLÉN MENA, Vanessa. Criterios bioclimáticos para el diseño de viviendas unifamiliares en la ciudad de Cuenca. (Tesis de grado). Cuenca - Ecuador, Universidad de Cuenca, 2012. Pg. 90.



- 1.168 CORDERO ORDOÑEZ, Ximena. GUILLÉN MENA, Vanessa. Criterios bioclimáticos para el diseño de viviendas unifamiliares en la ciudad de Cuenca. (Tesis de grado). Cuenca - Ecuador, Universidad de Cuenca, 2012. Pg. 90.
- 1.169 CORDERO ORDOÑEZ, Ximena. GUILLÉN MENA, Vanessa. Criterios bioclimáticos para el diseño de viviendas unifamiliares en la ciudad de Cuenca. (Tesis de grado). Cuenca - Ecuador, Universidad de Cuenca, 2012. Pg. 90.
- 1.170 HERNÁNDEZ PEZZI, Carlos. Un Vitrubio ecológico, Principios y práctica del proyecto arquitectónico sostenible. Barcelona - España, Gustavo Gili, 2007. Pg.
- 1.171 <http://www.casasrestauradas.com/a-que-llamamos-arquitectura-sostenible/>

## C2

- 2.1-2.2 <http://arquidelphos.blogspot.com/2011/09/green-design-arquitectura-bioclimatica.html>
- 2.3 <http://arquidelphos.blogspot.com/2011/09/green-design-arquitectura-bioclimatica.html>
- 2.4-2.8, 2.12-2.15, 2.22, 2.24, 2.30-2.33 [http://es.wikiarquitectura.com/index.php/Edificio\\_Hemiciclo\\_Solar](http://es.wikiarquitectura.com/index.php/Edificio_Hemiciclo_Solar)
- 2.9, 2.16, 2.18-2.19, 2.25-2.26, 2.29 <http://hablemosunpocodetodo.blogspot.com/2010/12/hemiciclo-solar-en-mostoles-ruiz-larrea.html>
- 2.17, 2.20-2.21, 2.23, 2.27-2.28, 2.34-2.37 <http://arquitecturaresopal.wordpress.com/hemiciclo-solar-rla-ruiz-y-larrea-asociados/>
- 2.38 MINGUET, Josep Maria. Bioclimatic Architecture. Barcelona - España, Monsa, 2009. Pg. 10.
- 2.39 MINGUET, Josep Maria. Bioclimatic Architecture. Barcelona - España, Monsa, 2009. Pg. 13.
- 2.40 MINGUET, Josep Maria. Bioclimatic Architecture. Barcelona - España, Monsa, 2009. Pg. 14.
- 2.41 MINGUET, Josep Maria. Bioclimatic Architecture. Barcelona - España, Monsa, 2009. Pg. 16.
- 2.42 MINGUET, Josep Maria. Bioclimatic Architecture. Barcelona - España, Monsa, 2009. Pg. 17.
- 2.43 MINGUET, Josep Maria. Bioclimatic Architecture. Barcelona - España, Monsa, 2009. Pg. 13.
- 2.44 MINGUET, Josep Maria. Bioclimatic Architecture. Barcelona - España, Monsa, 2009. Pg. 12.
- 2.45 MINGUET, Josep Maria. Bioclimatic Architecture. Barcelona - España, Monsa, 2009. Pg. 22.
- 2.46 MINGUET, Josep Maria. Bioclimatic Architecture. Barcelona - España, Monsa, 2009. Pg. 24.
- 2.47 MINGUET, Josep Maria. Bioclimatic Architecture. Barcelona - España, Monsa, 2009. Pg. 23.

- 2.48 MINGUET, Josep Maria. Bioclimatic Architecture. Barcelona - España, Monsa, 2009. Pg. 25.
- 2.49 MINGUET, Josep Maria. Bioclimatic Architecture. Barcelona - España, Monsa, 2009. Pg. 21.
- 2.50 MINGUET, Josep Maria. Bioclimatic Architecture. Barcelona - España, Monsa, 2009. Pg. 11.
- 2.51 MINGUET, Josep Maria. Bioclimatic Architecture. Barcelona - España, Monsa, 2009. Pg. 12.
- 2.52 MINGUET, Josep Maria. Bioclimatic Architecture. Barcelona - España, Monsa, 2009. Pg. 18.
- 2.53 MINGUET, Josep Maria. Bioclimatic Architecture. Barcelona - España, Monsa, 2009. Pg. 18.
- 2.54 MINGUET, Josep Maria. Bioclimatic Architecture. Barcelona - España, Monsa, 2009. Pg. 19.
- 2.55 MINGUET, Josep Maria. Bioclimatic Architecture. Barcelona - España, Monsa, 2009. Pg. 21.
- 2.56 MINGUET, Josep Maria. Bioclimatic Architecture. Barcelona - España, Monsa, 2009. Pg. 22.
- 2.57 [http://www.coronamejoratuvida.com/2010/04/torre-proksol\\_6313.html](http://www.coronamejoratuvida.com/2010/04/torre-proksol_6313.html)
- 2.58 [www.proksol.com](http://www.proksol.com)
- 2.59 [www.proksol.com](http://www.proksol.com)
- 2.60 LOZANO REYES, Andrés. Revista Escala. Foro. Arquitectura y Ciudad Sostenible. 216. Bogotá - Colombia, Escala, 2010. Pg. 79.
- 2.61 [http://www.coronamejoratuvida.com/2010/04/torre-proksol\\_6313.html](http://www.coronamejoratuvida.com/2010/04/torre-proksol_6313.html)
- 2.62 [www.proksol.com](http://www.proksol.com)
- 2.63 [http://www.coronamejoratuvida.com/2010/04/torre-proksol\\_6313.html](http://www.coronamejoratuvida.com/2010/04/torre-proksol_6313.html)
- 2.64 LOZANO REYES, Andrés. Revista Escala. Foro. Arquitectura y Ciudad Sostenible. 216. Bogotá - Colombia, Escala, 2010. Pg. 78.
- 2.65 LOZANO REYES, Andrés. Revista Escala. Foro. Arquitectura y Ciudad Sostenible. 216. Bogotá - Colombia, Escala, 2010. Pg. 74.
- 2.66 LOZANO REYES, Andrés. Revista Escala. Foro. Arquitectura y Ciudad Sostenible. 216. Bogotá - Colombia, Escala, 2010. Pg. 79.
- 2.67 LOZANO REYES, Andrés. Revista Escala. Foro. Arquitectura y Ciudad Sostenible. 216. Bogotá - Colombia, Escala, 2010. Pg. 75.
- 2.68 LOZANO REYES, Andrés. Revista Escala. Foro. Arquitectura y Ciudad Sostenible. 216. Bogotá - Colombia, Escala, 2010. Pg. 77.
- 2.69 LOZANO REYES, Andrés. Revista Escala. Foro. Arquitectura y Ciudad Sostenible. 216. Bogotá - Colombia, Escala, 2010. Pg. 76.
- 2.70 LOZANO REYES, Andrés. Revista Escala. Foro. Arquitectura y Ciudad Sostenible. 216. Bogotá - Colombia, Escala, 2010. Pg. 78.
- 2.71 LOZANO REYES, Andrés. Revista Escala. Foro. Arquitectura y Ciudad Sostenible. 216. Bogotá - Colombia, Escala, 2010. Pg. 93.
- 2.72 LOZANO REYES, Andrés. Revista Escala. Foro. Arquitectura y Ciudad Sostenible. 216. Bogotá - Colombia, Escala, 2010. Pg. 93.

nible. 216. Bogotá - Colombia, Escala, 2010. Pg. 93.  
 2.73 LOZANO REYES, Andrés. Revista Escala. Foro. Arquitectura y Ciudad Sostenible. 216. Bogotá - Colombia, Escala, 2010. Pg. 93.  
 2.74 LOZANO REYES, Andrés. Revista Escala. Foro. Arquitectura y Ciudad Sostenible. 216. Bogotá - Colombia, Escala, 2010. Pg. 94.  
 2.75 LOZANO REYES, Andrés. Revista Escala. Foro. Arquitectura y Ciudad Sostenible. 216. Bogotá - Colombia, Escala, 2010. Pg. 95.  
 2.76 -2.86 FRANCO, José Tomás. EDO / Stanisic Associates. Marzo 2011. <http://www.plataformaarquitectura.cl/2011/03/18/edo-stanisic-associates/>. 26/01/2013.  
 2.87 REYES, César. BARAONA POHL, Ethel. PIRILLO, Claudio. Arquitectura sostenible. Valencia - España, Pencil, 2007. Pg. 102-103.  
 2.88 REYES, César. BARAONA POHL, Ethel. PIRILLO, Claudio. Arquitectura sostenible. Valencia - España, Pencil, 2007. Pg. 101.  
 2.89 REYES, César. BARAONA POHL, Ethel. PIRILLO, Claudio. Arquitectura sostenible. Valencia - España, Pencil, 2007. Pg. 108.  
 2.90 <http://europaconcorsi.com/projects/13124-Sieeb-Sin>  
 2.91 GUZOWSKI, Mary. Arquitectura contemporánea. Energía Cero. Barcelona - España, Blume, 2010. Pg. 188.  
 2.92 <http://europaconcorsi.com/projects/13124-Sieeb-Sin>  
 2.93 <http://europaconcorsi.com/projects/13124-Sieeb-Sin>  
 2.94 GUZOWSKI, Mary. Arquitectura contemporánea. Energía Cero. Barcelona - España, Blume, 2010. Pg. 187.  
 2.95 <http://europaconcorsi.com/projects/13124-Sieeb-Sin>  
 2.96 GUZOWSKI, Mary. Arquitectura contemporánea. Energía Cero. Barcelona - España, Blume, 2010. Pg. 184.  
 2.97 REYES, César. BARAONA POHL, Ethel. PIRILLO, Claudio. Arquitectura sostenible. Valencia - España, Pencil, 2007. Pg. 105.  
 2.98 REYES, César. BARAONA POHL, Ethel. PIRILLO, Claudio. Arquitectura sostenible. Valencia - España, Pencil, 2007. Pg. 107.  
 2.99 GUZOWSKI, Mary. Arquitectura contemporánea. Energía Cero. Barcelona - España, Blume, 2010. Pg. 186.  
 2.100 GUZOWSKI, Mary. Arquitectura contemporánea. Energía Cero. Barcelona - España, Blume, 2010. Pg. 193.  
 2.101 REYES, César. BARAONA POHL, Ethel. PIRILLO, Claudio. Arquitectura sostenible. Valencia - España, Pencil, 2007. Pg. 106.  
 2.102 REYES, César. BARAONA POHL, Ethel. PIRILLO, Claudio. Arquitectura sostenible. Valencia - España, Pencil, 2007. Pg. 109.  
 2.103 GUZOWSKI, Mary. Arquitectura contemporánea. Energía Cero. Barcelona - España, Blume, 2010. Pg. 193.  
 2.104 GUZOWSKI, Mary. Arquitectura contemporánea. Energía Cero. Barcelona - España, Blume, 2010. Pg. 193.  
 2.105 GUZOWSKI, Mary. Arquitectura contemporánea. Energía Cero. Barcelona - España, Blume, 2010. Pg. 194.

2.106 GUZOWSKI, Mary. Arquitectura contemporánea. Energía Cero. Barcelona - España, Blume, 2010. Pg. 192.  
 2.107 GUZOWSKI, Mary. Arquitectura contemporánea. Energía Cero. Barcelona - España, Blume, 2010. Pg. 193.  
 2.108 GUZOWSKI, Mary. Arquitectura contemporánea. Energía Cero. Barcelona - España, Blume, 2010. Pg. 198.  
 2.109 GUZOWSKI, Mary. Arquitectura contemporánea. Energía Cero. Barcelona - España, Blume, 2010. Pg. 199.  
 2.110 <http://europaconcorsi.com/projects/13124-Sieeb-Sin>  
 2.111 <http://europaconcorsi.com/projects/13124-Sieeb-Sin>  
 2.112 <http://europaconcorsi.com/projects/13124-Sieeb-Sin>  
 2.113 - 2.124 FRANCO, José Tomás. Apilamiento Verde / Vo Trong Nghia. Enero 2012. <http://www.plataformaarquitectura.cl/2012/01/23/apilamiento-verde-vo-trong-nghia/>. 26/01/2013.  
 2.125 MINGUET, Josep Maria. Bioclimatic Architecture. Barcelona - España, Monsa, 2009. Pg. 148.  
 2.126 MINGUET, Josep Maria. Bioclimatic Architecture. Barcelona - España, Monsa, 2009. Pg. 148.  
 2.127 MINGUET, Josep Maria. Bioclimatic Architecture. Barcelona - España, Monsa, 2009. Pg. 149.  
 2.128 MINGUET, Josep Maria. Bioclimatic Architecture. Barcelona - España, Monsa, 2009. Pg. 149.  
 2.129 MINGUET, Josep Maria. Bioclimatic Architecture. Barcelona - España, Monsa, 2009. Pg. 146.  
 2.130 MINGUET, Josep Maria. Bioclimatic Architecture. Barcelona - España, Monsa, 2009. Pg. 155.  
 2.131 MINGUET, Josep Maria. Bioclimatic Architecture. Barcelona - España, Monsa, 2009. Pg. 155.  
 2.132 MINGUET, Josep Maria. Bioclimatic Architecture. Barcelona - España, Monsa, 2009. Pg. 156.  
 2.133 MINGUET, Josep Maria. Bioclimatic Architecture. Barcelona - España, Monsa, 2009. Pg. 160.  
 2.134 - 2.138 DE GARRIDO, Luis. Hotel Actio. April 2012. <https://www.facebook.com/media/set/?set=a.481213890590.384533.480671345590&type=3>. 24/01/2013  
 2.139 REYES, César. BARAONA POHL, Ethel. PIRILLO, Claudio. Arquitectura sostenible. Valencia - España, Editorial Pencil, 2007. Pg. 173.  
 2.140 REYES, César. BARAONA POHL, Ethel. PIRILLO, Claudio. Arquitectura sostenible. Valencia - España, Editorial Pencil, 2007. Pg. 167.  
 2.141 REYES, César. BARAONA POHL, Ethel. PIRILLO, Claudio. Arquitectura sostenible. Valencia - España, Editorial Pencil, 2007. Pg. 176.  
 2.142 REYES, César. BARAONA POHL, Ethel. PIRILLO, Claudio. Arquitectura sostenible. Valencia - España, Editorial Pencil, 2007. Pg. 164.  
 2.143 REYES, César. BARAONA POHL, Ethel. PIRILLO, Claudio. Arquitectura sosten-



nible. Valencia - España, Editorial Pencil, 2007. Pg. 167.  
 2.144 REYES, César. BARAONA POHL, Ethel. PIRILLO, Claudio. Arquitectura sostenible. Valencia - España, Editorial Pencil, 2007. Pg. 170.  
 2.145 REYES, César. BARAONA POHL, Ethel. PIRILLO, Claudio. Arquitectura sostenible. Valencia - España, Editorial Pencil, 2007. Pg. 168.  
 2.146 REYES, César. BARAONA POHL, Ethel. PIRILLO, Claudio. Arquitectura sostenible. Valencia - España, Editorial Pencil, 2007. Pg. 168.  
 2.147 REYES, César. BARAONA POHL, Ethel. PIRILLO, Claudio. Arquitectura sostenible. Valencia - España, Editorial Pencil, 2007. Pg. 172.  
 2.148 REYES, César. BARAONA POHL, Ethel. PIRILLO, Claudio. Arquitectura sostenible. Valencia - España, Editorial Pencil, 2007. Pg. 177.  
 2.149 REYES, César. BARAONA POHL, Ethel. PIRILLO, Claudio. Arquitectura sostenible. Valencia - España, Editorial Pencil, 2007. Pg. 167.  
 2.150 REYES, César. BARAONA POHL, Ethel. PIRILLO, Claudio. Arquitectura sostenible. Valencia - España, Editorial Pencil, 2007. Pg. 181.  
 2.151 REYES, César. BARAONA POHL, Ethel. PIRILLO, Claudio. Arquitectura sostenible. Valencia - España, Editorial Pencil, 2007. Pg. 181.  
 2.152 REYES, César. BARAONA POHL, Ethel. PIRILLO, Claudio. Arquitectura sostenible. Valencia - España, Editorial Pencil, 2007. Pg. 173.  
 2.153 REYES, César. BARAONA POHL, Ethel. PIRILLO, Claudio. Arquitectura sostenible. Valencia - España, Editorial Pencil, 2007. Pg. 172.  
 2.154 REYES, César. BARAONA POHL, Ethel. PIRILLO, Claudio. Arquitectura sostenible. Valencia - España, Editorial Pencil, 2007. Pg. 176.  
 2.155 REYES, César. BARAONA POHL, Ethel. PIRILLO, Claudio. Arquitectura sostenible. Valencia - España, Editorial Pencil, 2007. Pg. 172.  
 2.156 REYES, César. BARAONA POHL, Ethel. PIRILLO, Claudio. Arquitectura sostenible. Valencia - España, Editorial Pencil, 2007. Pg. 176.  
 2.157 - 2.166 GORDON, Katerina. En Construcción: El Primer Bosque Vertical / Boeri Studio. Diciembre 2011. <http://www.plataformaarquitectura.cl/2011/12/30/en-construccion-el-primer-bosque-vertical-boeri-studio/>. 26/01/2013.

#### C4

4.1 [http://www.miliarium.com/Bibliografia/Monografias/Construccion\\_Verde/Arquitectura\\_Bioclimatica.asp](http://www.miliarium.com/Bibliografia/Monografias/Construccion_Verde/Arquitectura_Bioclimatica.asp)  
 4.2 [http://elblogverde.com/wp-content/uploads/2013/02/calentamiento\\_global\\_efectos.jpg](http://elblogverde.com/wp-content/uploads/2013/02/calentamiento_global_efectos.jpg)  
 4.3 [http://k34.kn3.net/taringa/1/5/7/4/0/2/80/\\_\\_\\_jc\\_\\_\\_/A24.jpg?8681](http://k34.kn3.net/taringa/1/5/7/4/0/2/80/___jc___/A24.jpg?8681)  
 4.4 <http://avocarelreferendo.blogspot.com/2012/07/43-de-77-empresas-de-agua-sancionadas.html>  
 4.5 - 4.12 <https://www.facebook.com/media/set/?set=a.126516740803849.20540.111152829006907&type=3>

4.13 - 4.14 <https://www.facebook.com/JuanAlvarezCiaLtda>  
 4.15 <http://www.evwind.com/wp-content/uploads/2013/03/ENERGIA-SOLAR.jpg>  
 4.16 [http://2.bp.blogspot.com/\\_fJwQ\\_jnB7Vk/TBj621DA2tI/AAAAAAAAADg/VA-QcUkII4Y/s1600/tubodevacioreducida.jpg](http://2.bp.blogspot.com/_fJwQ_jnB7Vk/TBj621DA2tI/AAAAAAAAADg/VA-QcUkII4Y/s1600/tubodevacioreducida.jpg)  
 4.17 [http://www.boschecuador.com/default\\_nodo2.asp?idl=84&pPadre=1&ptl=2](http://www.boschecuador.com/default_nodo2.asp?idl=84&pPadre=1&ptl=2)  
 4.18 - 4.19 [www.windsafe.com](http://www.windsafe.com)  
 4.20 CONELEC. 2011 Estadísticas del sector eléctrico ecuatoriano. Quito - Ecuador, Diciembre 2012. Pg. 17.  
 4.21 CONELEC. 2011 Estadísticas del sector eléctrico ecuatoriano. Quito - Ecuador, Diciembre 2012. Pg. 24.  
 4.22 Graphisoft. ArchiCAD 16. <http://www.graphisoft.es/producto/ac/green.html>. 2013.  
 4.23 - 4.31 Capturas de pantalla del ArchiCAD Energy Evaluation  
 4.32 - 4.39 Resultados del ArchiCAD Energy Evaluation.